



UNAP



**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**PASAS A PARTIR DE *Physalis angulata* (BOLSA MULLACA) SECADO
EN BANDEJAS Y CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

**LEIDY DIANA ARRIARAN RODRIGUEZ
MÓNICA SHEILA RODRÍGUEZ BARTRA**

ASESOR(ES):

**Ing. ALENGUER GERÓNIMO ALVA ARÉVALO, Dr.
Ing. JOSE LUIS TOLEDO ZUMAETA**

IQUITOS, PERÚ

2022



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 014-CGT-FIA-UNAP-2022

A los 18 días del mes de junio de 2022, a horas 11:00, en las instalaciones del laboratorio de ingeniería, ubicado en la Planta Piloto, sito Av. Freyre N.º 610, dando inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada **“PASAS A PARTIR DE *Physalis angulata* (BOLSA MULLACA) SECADO EN BANDEJAS Y CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE”**, presentado por las Bachilleres **LEYDI DIANA ARRIARAN RODRIGUEZ** y **MONICA SHEILA RODRIGUEZ BARTRA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) en Industrias Alimentarias, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N° 0209-FIA-UNAP-2022 del 23 de mayo de 2022, está integrado por:

- Ing. JUAN ALBERTO FLORES GARAZATUA, Mtro.**
- Ing. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA, Dr.**
- Ing. ALFONSO MIGUEL RIOS CACHIQUE, Mgr**

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE.....

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes, llego a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: APROBADA con la calificación MUY BUENA (18)

Estando las bachilleres aptas para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) en Industrias Alimentarias Siendo las 12:30 se dio por terminado el acto de sustentación.

Presidente

Ing. JUAN ALBERTO FLORES GARAZATUA, Mtro.
CIP: 31646

Miembro

Ing. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA, Dr.
CIP: 147224

Miembro

Ing. ALFONSO MIGUEL RIOS CACHIQUE, Mgr
CIP: 211418

Asesor

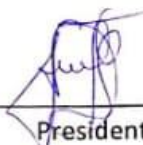
Ing. ALENGUER GERONIMO ALVA AREVALO, Dr.
CIP: 451671

Asesor

Ing. JOSE LUIS TOLEDO ZUMAETA.
CIP: 245419

JURADO CALIFICADOR

El jurado calificador certifica que el trabajo de investigación "PASAS A PARTIR DE *Physalis angulata* (BOLSA MULLACA) SECADO EN BANDEJAS Y CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE" de la responsabilidad de los bachilleres LEIDY DIANA ARRIARAN RODRIGUEZ Y MÓNICA SHEILA RODRÍGUEZ BARTRA, han sido detalladamente revisados por los miembros del jurado quedando autorizado para la sustentación.



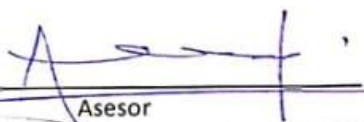
Presidente
Ing. JUAN ALBERTO FLORES GARZATÚA, Mtro.
CIP: 31646



Miembro
Ing. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA Dr.
CIP: 147224



Miembro
Ing. ALFONSO MIGUEL RIOS CACHI, Mgr
CIP: 211418



Asesor
Ing. ALENGUER GERONIMO ALVA AREVALO Dr.
CIP: 451671



Asesor
Ing. JOSE LUIS TOLEDOZUMAETA
CIP: 245419

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional en cada paso personal y profesional que doy, por ser mi fuente de inspiración y demostrarme que con convicción y ganas de superación todo es posible.

Mónica Sheila Rodríguez Bartra

A mis padres por impulsarme siempre a salir adelante, por apoyarme en cada paso que doy, por sus enseñanzas y consejos de vida. Expresarle a ellos mi cariño y admiración.

Leidy Diana Arriarán Rodríguez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por la vida, a mis padres por apoyarme siempre en cada paso que doy, por ser mi inspiración y guía en el transcurso de mi vida. A mi familia por el apoyo constante en todo el proceso de la realización de esta investigación. A mis hermanas por ser mis confidentes y por apoyarme siempre en cualquier situación que se me presente, hago presente mi más sincero cariño y gratitud a todos.

Mónica Sheila Rodríguez Bartra

A mi papá Tomás por el apoyo incondicional, por impulsarme siempre a salir adelante, a mi mamá Neraida por ser mi fortaleza y hermanos por apoyarme en el transcurso de la realización de esta investigación y por ser mi motor para salir adelante.

Leidy Diana Arriaran Rodríguez

Agradecemos a nuestros asesores, al Dr. Alenguer Gerónimo Alva Arévalo y al Ing. José Luis Toledo Zumaeta por el asesoramiento y apoyo brindado en la realización de esta presente Tesis, contribuyendo así en nuestra formación profesional.

ÍNDICE

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	x
Resumen	xi
abstract	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	6
1.2.1 <i>Physalis angulata</i> (bolsa mullaca)	6
1.2.2 Compuestos biológicamente activos	9
1.2.3 Capacidad antioxidante	11
1.2.4 Secado	13
1.3 Definición de términos básicos	23
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	24
2.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	24
2.2 VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN	24
2.2.1 Variable dependiente	24
2.2.2 Variable independiente	24
2.2.3 Operacionalización de las variables	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	26
3.1 Diseño metodológico	26
3.2 Diseño muestral	27
3.2.1 Selección de ámbito o área de estudio	27
3.2.2 Población de estudio	28
3.2.3 Muestra	28
3.3 Proceso de recolección de datos	28

3.3.1 Diagrama de flujo	28
3.3.2 Descripción del diagrama de flujo	29
3.3.3 Materiales	31
3.3.4 Análisis realizados a las pasas de bolsa mullaca	33
3.4 Aspectos éticos	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	38
4.1 Caracterización de las pasas de <i>Physalis angulata</i>	38
4.1.1 Determinación del diámetro	38
4.1.2 Análisis fisicoquímicos de <i>Physalis angulata</i> en estado fresco	40
4.1.3 Selección de la temperatura óptima	41
4.1.4 Deshidratación de la Bolsa mullaca	42
4.1.5 Análisis fisicoquímicos de las pasas de <i>Physalis angulata</i>	46
4.1.6 Análisis sensorial de las pasas de <i>Physalis angulata</i>	47
4.1.7 Análisis fisicoquímicos de las pasas de <i>Physalis angulata</i> a 55°C	55
4.1.8 Análisis microbiológicos de las pasas a partir de <i>Physalis angulata</i>	55
4.1.9 Contenido de minerales de las pasas a partir de <i>Physalis angulata</i>	56
4.1.10 Contenido de vitaminas de las pasas de <i>Physalis angulata</i>	56
4.1.11 Capacidad antioxidante de las pasas a partir de <i>Physalis angulata</i>	59
4.1.12 Determinación de fenoles totales	64
4.1.13 Análisis de tiempo de vida útil de las pasas de <i>Physalis angulata</i> .	66
4.1.14 Realización de las isotermas de absorción de pasas de <i>Physalis angulata</i> .	67
4.1.15 Balance de Materia y energía del secado en bandejas de <i>Physalis angulata</i> .	68
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	71
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Caracterización físico química del fruto de <i>Physalis angulata</i> L.	8
Tabla 2. Clasificación de Compuestos Bioactivos en los Alimentos.	10
Tabla 3. Operacionalización de las variables	25
Tabla 4. Diseño Metodológico para la Elaboración de Pasas de <i>Physalis angulata</i>	26
Tabla 5. Diseño Muestral de la Investigación con 3 repeticiones:	27
Tabla 6. Tabla de tratamientos y variable respuesta.	30
Tabla 7. Equipos utilizados	32
Tabla 8. Preparación de la curva padrón en compuestos fenólicos	35
Tabla 9. Método estándar- Ácido gálico	36
Tabla 10. Procedimiento de la curva padrón DPPH	37
Tabla 11. Resultados del diámetro del fruto de <i>Physalis angulata</i>	39
Tabla 12. Resultados fisicoquímicos de <i>Physalis angulata</i>	40
Tabla 13. Selección de la temperatura óptima mediante variable respuesta	41
Tabla 14. Tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 55°C	42
Tabla 15. Tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 60°C	44
Tabla 16. Tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 65°C	45
Tabla 17. Análisis fisicoquímicos preliminares de las pasas de <i>Physalis angulata</i>	46
Tabla 18. Aceptabilidad de pasas a partir de <i>Physalis angulata</i> - Atributo olor.	47
Tabla 19. Aceptabilidad de pasas a partir de <i>Physalis angulata</i> . Atributo: sabor.	49
Tabla 20. Aceptabilidad de pasas de <i>Physalis angulata</i> . Atributo: color.	51
Tabla 21. Aceptabilidad de pasas de <i>Physalis angulata</i> . Atributo: consistencia.	53
Tabla 22. Análisis fisicoquímicos de <i>Physalis angulata</i> secada a 55°C	55
Tabla 23. Análisis microbiológicos a las pasas de <i>Physalis angulata</i> deshidratados a 55°C	55
Tabla 24. Resultados de minerales de <i>Physalis angulata</i> deshidratada a 55°C	56
Tabla 25. Concentración y Absorbancia del β -caroteno en <i>Physalis angulata</i>	56
Tabla 26. Resultados de concentración y absorbancia de <i>Physalis angulata</i>	57
Tabla 27. Concentración y Absorbancia del Retinol en <i>Physalis angulata</i>	57
Tabla 28. Resultados de concentración y absorbancia de Retinol en <i>Physalis angulata</i>	58
Tabla 29. Resultados de vitaminas en <i>Physalis angulata</i> secada a 55°C.	59
Tabla 30. Resultados de la capacidad antioxidante por el método DPPH	61
Tabla 31. Resultados de la capacidad antioxidante por el método ABTS	63
Tabla 32. Resultados de Fenoles totales en <i>Physalis angulata</i> .	65

Tabla 33. Análisis de pH para tiempo de vida útil	66
Tabla 34. Tiempo de vida pronosticado en función del pH	66
Tabla 35. Balance de Materia para el secado de <i>Physalis angulata</i> .	68
Tabla 36. Fenomenología del aire durante el proceso de secado	68
Tabla 37. Coeficientes globales de transferencia de calor	69
Tabla 38. Balance energético dentro del horno secador	69
Tabla 39. Costo del consumo de energía	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Compuestos químicos de <i>Physalis angulata</i> L	8
Figura 2. Mecanismo de reacción del radical oxidante DPPH	12
Figura 3. Clasificación de los secadores conforme al modo de transferencia de calor.	14
Figura 4. Esquema de un secador de bandejas	15
Figura 5. Balance de materia de un secador	20
Figura 6. Balance de energía de un secador	22
Figura 7. Diagrama de flujo de elaboración de pasas a partir de <i>Physalis angulata</i>	28
Figura 8. Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 55°C	43
Figura 9. Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 60°C	44
Figura 10. Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 65°C	45
Figura 11. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de las pasas de <i>Physalis angulata</i> , atributo: olor.	48
Figura 12. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de pasas de <i>Physalis angulata</i> . Atributo: sabor.	50
Figura 13. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de pasas de <i>Physalis angulata</i> . Atributo: color.	52
Figura 14. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de pasas de <i>Physalis angulata</i> . Atributo: consistencia.	54
Figura 15. Curva patrón de β -caroteno en <i>Physalis angulata</i> (llevar arriba)	57
Figura 16. Curva de concentración y absorbancia de Retinol en <i>Physalis angulata</i>	58
Figura 17. Curva patrón de DPPH-Masa Trolox (μmol)	60
Figura 18. Curva patrón DPPH- Masa Trolox (mg)	60
Figura 19. Curva patrón de ABTS-Masa Trolox (mg)	62
Figura 20. Curva patrón de ABTS- Masa Trolox (μmol)	62
Figura 21. Curva patrón de compuestos fenólicos	64
Figura 22. Tiempo de vida útil pronosticado en función a la evolución del pH	66
Figura 23. Isotermas de GAB con dos elementos humectantes	67

RESUMEN

En la Amazonía peruana existe una gran variedad de árboles frutales cuya producción de frutos no han sido aprovechada de forma tecnológica, como la *Physalis angulata* (Bolsa mullaca), por eso esta investigación fue para obtener una tecnología para la elaboración de pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) mediante la técnica de secado en bandejas con una alta capacidad antioxidante, el diseño fue de tipo experimental, completamente experimental y aleatorizado, con dos factores de estudio y tres niveles respectivamente; El mejor producto determinado por los diferentes análisis fueron las pasas secadas a 55°C por 27.5 horas, con valores fisicoquímicos de 14.34% de humedad, 4.37% de cenizas, 1.43% de grasas, 5.92% de proteínas, 73.94% de carbohidratos, 16.77% de fibra total, 2.24% de acidez, 5.20 de pH y aptos para consumo humano determinado por el análisis microbiológico y tiene una estabilidad de vida de aproximadamente un año; por otro lado, la actividad antioxidante determinada por el método DPPH presentó un valor de 4.199 ± 1.844 $\mu\text{molTE/g}$ materia seca, ABTS de 35.039 ± 1.926 $\mu\text{molTE/g}$ materia seca y fenoles totales de $1.716 (\pm 0.266)$ mgGAE/g . La tecnología encontrada puede contribuir al desarrollo de la región y especialmente a los productores de este fruto.

Palabras clave: *Physalis angulata*, secado en bandejas, capacidad antioxidante,

ABSTRACT

In the Peruvian Amazon there is a wide variety of fruit trees whose fruit production has not been exploited technologically, such as *Physalis angulata* (Bolsa mullaca), for this reason this research was to obtain a technology for the production of *Physalis angulata* raisins using the drying technique in trays with a high antioxidant capacity, the design was experimental, completely experimental and randomized, with two study factors and three levels respectively; The best product determined by the different analyzes were the raisins dried at 55°C for 27.5 hours with physicochemical values of 14.34% moisture, 4.37% ash, 1.43% fat, 5.92% protein, 73.94% carbohydrate, 16.77% total fiber, 2.24% acidity, 5.20 pH and suitable for human consumption determined by microbiological analysis and has a shelf life of approximately one year; on the other hand, the antioxidant activity determined by the DPPH method presented a value of $4,199 \pm 1,844$ $\mu\text{molTE/g}$ dry matter, ABTS of $35,039 \pm 1,926$ $\mu\text{molTE/g}$ dry matter and total phenols of 1,716 ($\pm 0,266$) mgGAE/g. The technology found can contribute to the development of the region and especially to the producers of this fruit.

Keywords: *Physalis angulata*, Tray drying, antioxidant capacity.

INTRODUCCIÓN

El nuevo reto de la industria alimentaria es procesar alimentos innovadores, con gran valor nutricional, menos costoso y que utilice los recursos de cada región, de esta forma crear una alternativa de gran variedad al procesar alimentos de calidad. (LOPEZ, 1999)

La deshidratación es la forma más antigua de conservar alimentos, a través del tiempo se ha ido mejorando el proceso y esta investigación fue para encontrar un producto deshidratado con las características nutricionales, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de calidad para el consumo humano, además de ofrecer diversas ventajas sobre los productos frescos como, por ejemplo, la reducción de masa, el volumen y aumento de la vida útil. La gran variedad de matrices vegetales aún no tiene tecnologías para su conservación y su transformación, así, la *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) es consumida normalmente fresca, sin ningún proceso a pesar de que se conoce la información etnobotánica.

Los usos tradicionales indican que la planta es conocida por sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimaláricas y en el tratamiento postparto. La fruta es baja en calorías, rica en hidratos, además de aportar vitamina A y C y resulta ideal incluirla en la dieta diaria de las personas. (TELLO, 2018)

La deshidratación de bolsa mullaca para obtener pasas es una buena opción de preservar y dar un valor agregado a la fruta, la Planta Piloto de la UNAP cuenta con el equipo adecuado el cual puede ser aprovechado para la deshidratación de esta fruta y obtener un producto estable en el tiempo.

Hoy en día el consumo de productos procesados debe tener preferencialmente compuestos bioactivos ya que los consumidores están preocupados por el consumo de productos naturales, lo que permite que productos como pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) con alta capacidad antioxidante pueda tener una gran demanda.

Con esta finalidad, inicialmente se deshidrató la bolsa mullaca en un secador de bandejas a tres temperaturas (55°C, 60°C y 65°C) y en diferentes tamaños (Grande, mediano y pequeño) con una velocidad de secado constante, determinándose de que, a mayor temperatura y menor tamaño, menor tiempo de deshidratación. En un segundo término se evaluó el grado de aceptabilidad de la bolsa mullaca deshidratada en cuatro puntos hedónicos, en las diferentes temperaturas para obtener así la temperatura óptima y posteriormente se realizaron los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y antioxidantes de las pasas de bolsa mullaca.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes:

La investigación realizada por JUNTAMAY (2010) reportó la evaluación nutricional de la uvilla (*Physalis peruviana*) deshidratada con un secador de bandejas a 60°C, 70°C y 80°C determinándose que a mayor temperatura menor tiempo de deshidratación, se estableció la temperatura optima de secado usando el porcentaje de perdida de vitamina C obteniendo que la mejor temperatura fue de 70°C con menores perdidas de vitamina C, fibra, proteína y azucares, sin embargo existió un aumento de cenizas grasas y minerales.

AREDO y otros (2012), comparo la perdida de vitamina C del aguaymanto entre el secado convectivo y osmoconvectivo con y sin tratamiento de NaOH, separo las muestras en dos grupos (solución de 1.5% NaOH por 5 segundos a 80°C y en agua a las mismas condiciones), después los subdividió para que un grupo sea secado conectivamente a 60°C a 3m/s y a otro que se agregó la deshidratación osmótica a vacío por 4 horas en condiciones de 40°C, 65°Brix, 540mmHg. Se demostró que en el tratamiento de deshidratación osmoconvectiva se tiene mayores pérdidas de vitamina C y el pretratamiento de NaOH influye en la transferencia de masa en los procesos de secado en el que se tuvo menores perdidas de vitamina C, se concluyó que con un pretratamiento de hidróxido de sodio al 1.5% por 5 segundos a 80°C y con el secado conectivo de 60°C a 3m/s.

Así mismo PONCE y otros (2014) investigaron el efecto del secado en la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de la *Physalis peruviana* por 32 horas a 50°C, 55°C y 60°C, donde afirmo que la temperatura de secado influye en los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante con diferencias significativas ($p < 0.05$) y se encontró un $r = 0.525$ y un $p > 0.05$ por lo que infirieron que no existe correlación entre las variables.

MORANTE (2017) evaluó los parámetros para el deshidratado de aguaymanto para luego ser recubierto con chocolate, las temperaturas utilizadas en el secado fueron 55°C, 65°C y 75°C a 3m/s de velocidad constante cada 30 min hasta conseguir una humedad menor de 18% para posteriormente evaluar el contenido de vitamina A y C; Determinaron las propiedades fisicoquímicas, fenoles totales y actividad antioxidante del aguaymanto fresco y el producto terminado, para eso utilizaron el secado de bandejas, estufa y solar con estados de madurez de tres y cinco. Finalmente concluyeron que el secado de bandejas tiene efecto en el contenido de antioxidantes y compuesto fenólicos y la temperatura optima de deshidratado es 65°C con un tiempo de 12horas; la humedad de 14.13%; Vitamina A 300µg y Vitamina C 47.3µg; 41.2°Brix; pH 4.41; fibra 8.13g; carbohidratos 67.12g; azúcares reductores 28.12g y energía total 301.77Kcal; el contenido de fenoles totales de 62,51mg AGE/100gr, la madurez y el secado en bandejas influyen sobre el contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes.

CABASCANGO (2019) reporto el efecto de la deshidratación de tres métodos de secado de sobre la actividad antioxidante y fenoles totales de la *Physalis peruviana*, además evaluó las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y del producto terminado, el arreglo factorial fue de A x B y un diseño completamente al Azar teniendo como factores el secado de bandeja, estufa y solar con estados de madures tres y cinco. Los resultados concluyeron que el tratamiento T3 secado en bandejas y estado de madures tres tuvo el mayor contenido de fenoles totales y el tratamiento T4 secador en bandejas y estado de madures cinco tiene mayor retención de actividad antioxidante, también determinaron que durante la maduración se reduce el contenido fenólico y se incrementa la actividad antioxidante.

En la especie *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) se realizaron investigaciones como la de REATEGUI y otros (2014) que determinaron la concentración de fenoles totales y la actividad antioxidante In vitro en la raíz de *Physalis angulata*, maceraron esta raíz en etanol por 15 días obteniendo el extracto por rotavapor a concentraciones de 1250, 2500, 5000 y 10000 ug/mL, utilizando el método de DPPH para determinar la capacidad antioxidante con un porcentaje de inhibición frente al radical de 87.416 ± 1.593 a la concentración de 10000 μg y una curva estándar de la catequina para la concentración de polifenoles totales de 27.129 ± 0.050 mg Cat/g de extracto la muestra que presento mejor actividad antioxidante fue de 10000 μg y también presento una buena concentración de polifenoles totales.

Así también TELLO (2018) realizo un trabajo sobre el rendimiento de la biomasa de la bolsa mullaca estudiando las densidades de siembra y como influyen en las características, en donde las características agronómicas y producción de biomasa dependían de los distanciamientos de siembra y realizando 27 experimentos. Concluyó que la hipótesis planteada por la investigación no fue demostrada por lo tanto se determinó que para la densidad T1(0.3m x 0.7m) hubo mayor promedio en las variables: altura de planta, numero de hoja, ancho de hoja y biomasa fresca. En la densidad T3(0.6m x 0.7m) hubo un mayor promedio en la variable largo de hoja y también se demostró de no existen diferencias significativas en las variables: diámetro de tallo, numero de frutas, número de flores y biomasa fresca.

1.2 Bases teóricas:

1.2.1 *Physalis angulata* (bolsa mullaca):

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Sub Familia	:	Solanaceae
Tribu	:	Physaleae
Género	:	<i>Physalis</i>
Especie	:	<i>Physalis angulata</i>
Nombre Común	:	Bolsa Mullaca; Mullaca; Capuli Cimarron; Simón (Shipibo-Conibo); Comapu; Matafome (portugués); Tomate Salvaje. (IMET, 1997)

1.2.1.1 Descripción de la especie *Physalis angulata* L.

“Es una hierba anual de hasta un metro de altura, tallo ramificado, grueso fistuloso, de color verde o parduzco, glabro y carnoso, de forma triangular en la parte inferior, cuadrangular en la superior y ramas. Las hojas son alternas, ovadas, ovado-lanceoladas, ovado oblongas, cuneadas en la base. Las flores son solitarias de 8 a 10 mm de largo de color crema, cáliz sub angulado, pedúnculo recurvado sin mácula y con anteras violáceas. El fruto es una baya amarilla verdosa. Las semillas son reniformes, comprimidas refuentes, de 1.5 mm de longitud. La planta crece entre 50 y 1200 metros, y se encuentra en las regiones de Huánuco, La Libertad, Junín, Ayacucho, Loreto, Cusco, Ucayali, Lambayeque, San Martín, Piura, se encuentra en toda la Amazonía. Las flores, pequeñas, son de color amarillo con antenas violáceas. Se presentan solitarias en el tallo. El fruto es una baya amarilla con el cáliz que es acrescente”. (MINAGRI, 2006)

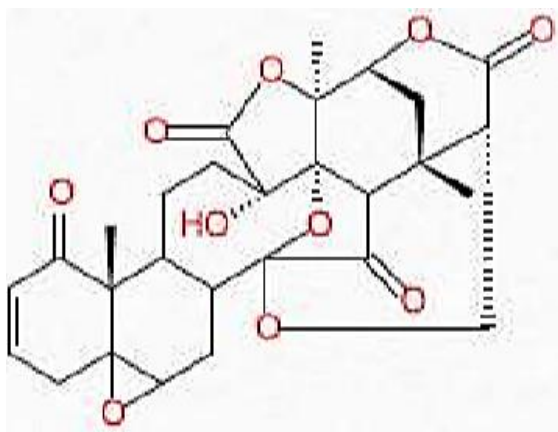
El cual contiene numerosas semillas negras. (NEE, M., 1986) “En la zona de Iquitos, el mes de julio es adecuado para la siembra. En áreas no inundables se recomienda sembrar al inicio de las temporadas lluviosas (noviembre, en Iquitos). En suelos inundables, la época de siembra está condicionada por el nivel de las aguas. Este cultivo no precisa de mayores cuidados por tratarse de una especie invasora, con el vigor propio de una maleza. Se observa una diversidad amplia de esta especie que se manifiesta en el tamaño, sabor y olor de los frutos, razón por la cual se recomienda seleccionar plantas de alto rendimiento y calidad de fruto (grande y dulce) se propaga mediante semilla sexual, el proceso de germinación demora un máximo de 10 días, Si bien, el poblador amazónico aprovecha tanto las hojas, fruto, raíz en el tratamiento de ciertas enfermedades en especial los frutos que son consumidos de forma fresca e inmediata porque rápidamente se deteriora. (MINAGRI, 2006)

1.2.1.2 Composición química de *Physalis angulata* L.

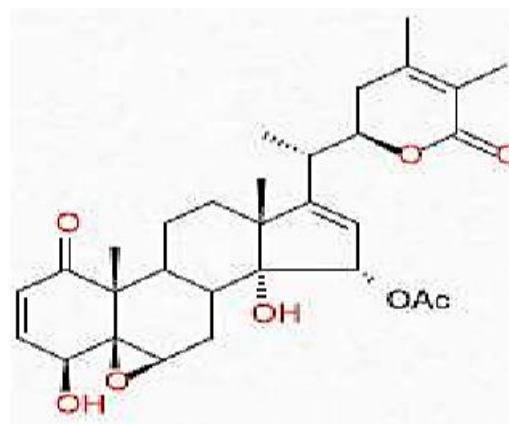
Se aislaron y caracterizados compuestos químicos, como flavonoides simples y glicosilados, alcanoides, ácidos grasos; carotenoides; terpenoides; y esteroides (CHIANG, y otros, 1992) por otro lado, del género *Physalis* se identificaron Tilazina, tropeira, higrina, proteínas y vitaminas A y C, presenta alcaloides del tipo higrina y/o torpano (ubicados en la raíz), glicósicos pinto flavonoides, physalinas, principios amargos y fitoesteroides. (MINAGRI, 2006; BASEY y otros, 1992)

Según RENGIFO y otros (2013) se han identificado compuestos químicos del tallo y las hojas como 19 physalinas, entre ellos moléculas derivadas del ergostano del tipo 13, 14-seco-16, 24 ciclo ergostano, carboxilados en C-15, dentro del género *Physalis* y la especie *Physalis angulata* L posee en su constitución las physalinas B, D, Y, F, G, H, I, J, K. Además, se reportó que presentaron actividad antimalárica, antiinflamatoria y antileishmania. Los Withanólidos son lactonas esteroideas de 28 átomos de carbono, constituidos por un esqueleto tipo ergostano. De estos compuestos se han reportado notables actividades incluyendo actividad anticancerígena, anticonvulsiva, inmunosupresora y propiedades antioxidantes.

Figura 1. Compuestos químicos de *Physalis angulata* L



Phylasina F



Witangulatina A

Tabla 1. Caracterización físico química del fruto de *Physalis angulata* L.

DETERMINACIÓN	VALOR MEDIO
pH	4.11 ± 0.012
Sólidos solubles (Brix a 20°C)	12.00 ± 0.004
Acidez total titulable (% ácido cítrico)	0.68 ± 0.004
Actividad de Agua	0.97 ± 0.010
Lípidos totales (%)	0.59 ± 0.0037
Proteínas totales (%)	0.85 ± 0.050
Humedad (%)	90.98 ± 0.280
Cenizas (%)	0.65 ± 0.022
Fibras (%)	0.84 ± 0.040
Azúcares totales (%)	6.45 ± 0.0006
Azúcares reductores (%)	4.12 ± 0.050
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g)	25.00 ± 0.461
Carotenoides totales (µg. g ⁻¹) calculado como β-caroteno	3.99 ± 0.030
Compuestos fenólicos (mg de GAE 100 g ⁻¹)	63.70 ± 0.337

Fuente: (DE OLIVEIRA, y otros, 2011)

1.2.1.3 Usos en la medicina tradicional

Estudios de investigación reportaron que la *Physalis angulata* es utilizada en varias enfermedades como el cáncer, diabetes, tratamiento de malaria, anemia, reducción de la fiebre, hepatitis, reumatismo, asma, dermatitis, otitis, entre otras y en el Perú los grupos indígenas usan las hojas y los frutos cocidos para las infecciones post-parto y la maceración de las hojas para el tratamiento de malaria. (RUIZ, y otros, 2011) La infusión de las hojas se utiliza como un diurético, para el asma, la malaria, la inflamación y como desinfectante, la fruta verde se utiliza para tratar la sarna. (RENGIFO, y otros, 2013) En Brasil, la raíz se toma como un té para los síntomas de la hepatitis, anemia, infección de orina, dolor de estómago, de próstata y cálculos renales. (COELHO, 2009) El extracto de las flores puede ser empleado en la fabricación de dentífricos, como crema dental y enjuague bucal, gracias a su rápida acción bactericida. Las demás partes de la planta se utilizan en productos para el tratamiento de acné, debido a su carácter antiinflamatorio comprobado. (FERNANDES, y otros, 2009)

1.2.2 Compuestos biológicamente activos:

Se pueden definir como compuestos presentes en diferentes alimentos de origen vegetal y animal, con utilidad para promover la salud y prevenir algunas enfermedades crónicas y degenerativas. (SANTOS, y otros, 2006) Los alimentos aportan nutrientes y contienen una serie de sustancias no nutritivas que intervienen en el metabolismo secundario de los vegetales: sustancias colorantes (pigmentos), aromáticas, reguladores del crecimiento, protectores naturales frente a parásitos y otros, que no tienen una función nutricional clásicamente definida, o no son considerados esenciales para la salud humana, pero que pueden tener un impacto muy significativo en el curso de alguna enfermedad. (PALENCIA, 2002) Se han identificado más de una docena de distintas clases de fitoquímicos en frutas y vegetales, entre las que se pueden destacar: Isocianatos, polifenoles, flavonoides, monoterpenos, sulfuros tioles, vitaminas, isoflavonas, lignanos, saponinas, carotenoides, glucosinatos, ácidos grasos, fibra dietética, estroles de plantas, probióticos/prebióticos entre otros. (POKORNY, y otros, 2001)

La (ADA) American Dietetic Association clasifica a todos los alimentos como funcionales en algún nivel fisiológico. El término alimento funcional no debería usarse para decir que existen alimentos buenos o malos; sino que todos estos alimentos pueden ser incorporados dentro de un plan alimentarios saludable, con moderación y variedad. (PALENCIA, 2000)

Tabla 2. Clasificación de Compuestos Bioactivos en los Alimentos.

De Origen vegetal	Compuestos fenólicos	Flavonoides	Flavonoles	Quercetina Hesperidina Miricetina Limoneno, Rutina
			Flavanoles	Catequina Epicatequina Epigallocatequina
			Flavanonas	Hesperidina Naringina
			Antocianinas Totales	
		Isoflavonolas o Isoflavonoides o flavon de soja	Genisteina Daitzeina Gliciteina	
	No Flavonoides, ácidos fenólicos	Lignano Eslibeno Compuestos Polifenólicos polimerizados	Taninos (hidrolizados) Ligninas	
	Compuestos Azufrados	Glucosinolatos Índoles Isotiocianatos Compuestos órganos sulfurados		
Terpenoides	Esteroles vegetales Licopeno			
Origen animal	Cartinina			

Fuente: SANTOS y otros (2006).

1.2.2.1 Efecto del tratamiento térmico sobre los compuestos bioactivos

GARCIA (2005) señala que los efectos en el potencial antioxidante que puede llevarse a cabo durante el procesamiento de alimentos son los siguientes:

- La pérdida de antioxidantes naturales.
- Mejora de las propiedades antioxidantes de los compuestos naturales.
- Formación de nuevos compuestos con actividad antioxidante (es decir productos de la reacción de Maillard).

1.2.2.2 Compuestos fenólicos:

Los compuestos fenólicos constituyen una de las principales clases de metabolitos secundarios, desempeñan diversas funciones fisiológicas como el crecimiento y reproducción de las plantas protegiendo frente a organismos patógenos, predadores e incluso radiación ultravioleta. En los alimentos de origen vegetal contribuyen en el color natural y en el sabor que éstos poseen. (MARTINES, 2000)

Se les atribuye además actividades biológicas beneficiosas para la salud, como efectos vasodilatadores, antiinflamatorios, antialérgicos, antivirales bactericidas, estimuladores de la respuesta inmune y antioxidantes. Generalmente se encuentran en las capas superficiales de las verduras, frutas, cereales y otras semillas, que protegen de la oxidación como en las bebidas de té y vino. Se les atribuye ser potentes antioxidantes especialmente en la peroxidación de lípidos, necesarios para el funcionamiento de las células vegetales y animales, por lo que el consumo frecuente de frutas y vegetales frescos se asocia con una menor incidencia de cáncer en humanos y en carcinogénesis experimental. (BALASUNDRAM, 2006)

1.2.3 Capacidad antioxidante:

1.2.3.1 Antioxidantes:

Los antioxidantes son sustancias que reducen las reacciones de oxidación, estas pueden llegar a ser naturales o sintéticos. (GAVIRIA, y otros, 2009) “La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres”. (LONDOÑO, 2012)

“La actividad antioxidante es dependiente de los factores como temperatura, composición lipídica, presión de oxígeno y muchos componentes alimenticios como proteínas y agua”. (POKORNY, y otros, 2001)

Los antioxidantes son especies que acaban estas reacciones, inhibiendo algún producto intermedio y oxidándolos ya que los radicales libres están implicados en la causa de las enfermedades de tipo degenerativas, cardiovasculares y cerebrovasculares por el hecho de ocasionar daño oxidativo a las proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Entonces el uso de los antioxidantes neutraliza la acción y desempeñan una función fundamental en la prevención de estas enfermedades. (LIM, y otros, 2007) Del mismo modo al retardar la degradación oxidativa, previenen la formación olores y colores desagradables, los cuales en su gran mayoría se utilizan comercialmente de origen sintética. Los alimentos contienen sustancias capaces de retrasar la ranciedad o deterioro en el sabor causados por la oxidación. (POKORNY, y otros, 2001)

1.2.3.2 Método DPPH

Este método se caracteriza por la deslocalización de un electrón desapareado, otorgando una coloración violeta intenso al mezclar la solución DPPH (2,2-difenil-1picril-hidracil) con una solución capaz de donar un átomo de hidrógeno, pasando a la forma reducida y cambiando su coloración violeta a una coloración naranja pálido, tal como se muestra en la figura. MOLYNEUX, (2004)

Figura 2.Mecanismo de reacción del radical oxidante DPPH



La generación de los radicales libres a partir de la solución (2,2-difenil-1picril-hidracil) podrá ser medido por medio del espectro visible, a una longitud de onda de 517 nm. Con los datos obtenidos de la absorbancia se podrá calcular el IC₅₀ el cuál determinará cuántos mg o ul son necesarios para inhibir el 50% de los radicales libres presentes en las muestras. (SHAHIDI, y otros, 2007)

1.2.4 Secado:

Técnica más antigua usada para la preservación de los alimentos, posibilitando la subsistencia del hombre en épocas de carencia de alimentos. (FITO, y otros, 2001) Al deshidratar un alimento se disminuye la cantidad de agua previniendo el crecimiento de múltiples microorganismos, también se reduce el peso y volumen por lo que facilita el empaque, transporte y almacenamiento. Además, permiten ser almacenados por periodos de tiempo más largos. (VEGA, y otros, 2005) En el secado se aplica el calor para que el agua se evapore y así remover los tejidos del fruto. El calor se puede aplicar al alimento mediante tres mecanismos tales como la conducción, convección y radiación. (CEBALLOS, 2012)

1.2.4.1 Secado de alimentos:

Esta técnica de conservación trata de preservar la calidad de los alimentos bajando la actividad de agua mediante la disminución del contenido de humedad, evitando así el deterioro y contaminación microbiológica de los mismos durante el almacenamiento. Para ello se pueden utilizar varios métodos de deshidratación o combinación de estos, tales como secado solar, aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, entre otros. (JUNTAMAY, 2010)

En el secado de un material se remueve humedad libre de la superficie, así como también agua del interior. Si se determina el cambio en el contenido de humedad del material con respecto al tiempo, se obtiene una curva de la cual se puede conocer la velocidad de secado a cualquier contenido de humedad. La forma de la curva varía con la estructura y tipo de material (BRENNAN, y otros, 1980). Existen varios tipos de secado empleados en la Industria alimentaria: Tambor, túnel, bandejas y otros. La composición de la materia prima vegetal ya lavado (alto contenido de agua y bajo en azúcares) exige un procedimiento de secado óptimo sin influir negativamente sobre las características del producto. (PONCE, y otros, 2014)

1.2.4.2 Objetivos del secado:

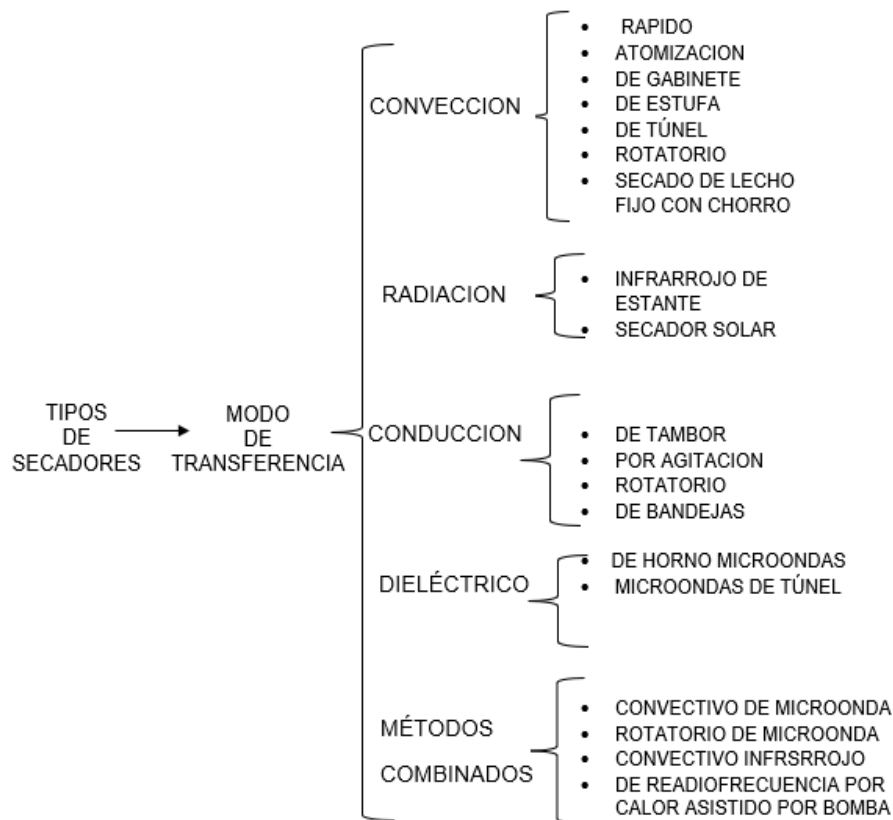
“El secado o la deshidratación es, por definición la eliminación de agua por medio de la evaporación desde un alimento sólido, con el propósito de obtener un producto sólido con bajo contenido de agua”. (BERK, 2009) Los principales objetivos del secado o deshidratación de alimentos son:

- La preservación como resultado de la disminución de la actividad de agua.
- Reducción de volumen y peso transformando el alimento a una forma más conveniente de almacenar, empaquetar, transportar y uso.
- Impartir a un producto alimenticio una característica deseable en particular, como un producto de diferente sabor, masticabilidad, etc.

1.2.4.3 Tipos de secadores utilizados en la industria alimentaria:

El equipo de secado más eficaz será aquel que mantenga los máximos valores posibles de las gradientes de presión de vapor y temperatura entre el aire y el interior del producto a secar. (ARAYA-FARIAS, y otros, 2009)

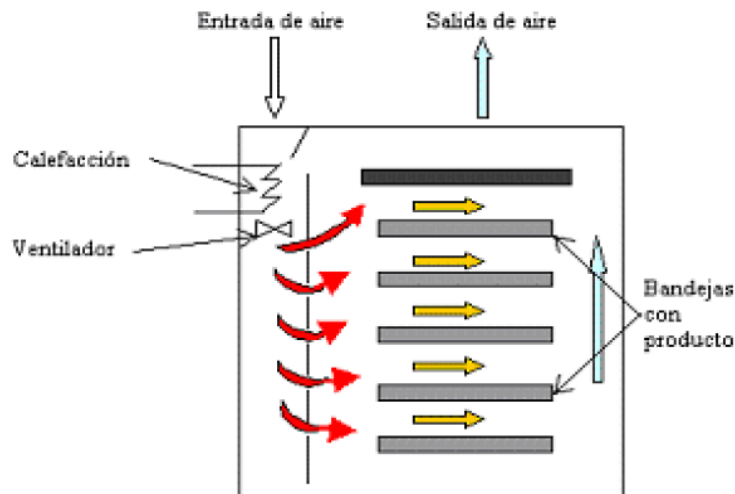
Figura 3. Clasificación de los secadores conforme al modo de transferencia de calor.



1.2.4.4 Secado de alimentos en bandejas:

Son cámaras o gabinetes aislados que contienen charolas sobre las que se coloca una o más capas de producto por deshidratar y se hace circular aire caliente, ya sea con flujo paralelo o con flujo transversal. De manera opcional, en el caso de aire paralelo al producto y forzosamente en el aire transversal al producto, estas charolas poseen un fondo de malla para permitir el paso del aire a través de ellas, obteniéndose tiempos de deshidratación más cortos debido a la mayor área superficial expuesta al aire. (COLINA, 2010) “Los calentadores de aire pueden ser quemadores de gas directo, serpentines de vapor, intercambiadores o calentadores eléctricos. El ventilador colocado en la parte superior hace circular el aire por los calentadores y después entre las bandejas, con la ayuda de unos deflectores montados convenientemente. El calentador está constituido por un haz de tubos en cuyo interior circula normalmente vapor de agua. Por el conducto de salida se evacúa constantemente aire húmedo, mientras que a través de la abertura entra aire fresco. El calor del medio de secado (aire caliente) se transmite al producto por convección; la corriente de convección pasa sobre el producto, no a través de este. El aire debe circular sobre la superficie del producto, a relativamente alta velocidad para aumentar la eficacia de la transmisión de calor y de la transferencia de masa. Las temperaturas de entrada del aire están generalmente en los rangos de 60-80°C y la duración de secado de un lote dependerá del producto y las condiciones de secado”. (BERK, 2013)

Figura 4. Esquema de un secador de bandejas



La velocidad del aire entre las bandejas varia con el tipo de producto a deshidratar, oscilando normalmente entre 1 y 10 m/s. Se consiguen velocidades de evaporación de 0.1 a 1 kg de agua/h.m², con espesores de lecho entre 10 y 100mm. Los rendimientos térmicos suelen estar comprendidos entre el 20 y el 60% pudiendo ser más bajos. Para mejorar este rendimiento se circula la mayor parte del aire, introduciendo aire fresco hasta un 15% del total del aire recirculado. (ABRIL, y otros, 1999) En la mayoría de los casos los secadores de bandejas operan por cargas, con la desventaja de no secar el producto uniformemente, dependiendo de su posición en el secadero. (HELDMAN, y otros, 1998) Esta falta de uniformidad es principalmente resultado del movimiento no uniforme del aire dentro del deshidratador, para evita esto y lograr un proceso de deshidratación uniforme en todo producto, es importante eliminar las bolsas de aire estancado y mantener una temperatura uniforme en todo el deshidratador, lo cual se logra haciendo pasar grandes volúmenes de aire a velocidades relativamente altas sobre las charolas, el secador de bandejas se emplea cuando se requiere deshidratar diversos tipos de alimentos, o cuando el volumen del producto por deshidratar es pequeño o estacional. (COLINA, 2010)

En general se aplica cuando la capacidad necesaria no excede los 50 kg/h de producto seco. En este tipo de secadores se pueden tratar prácticamente cualquier producto, alimentos de cualquier forma y tamaño, pero a causa de la mano de obra requerida para su transporte, su operación resulta costosa para su baja capacidad. Sin embargo, su polivalencia y la buena calidad de los productos obtenidos los hacen utilizables para deshidratar verduras, guisantes, frutas, carnes y sus productos, entre otros. (ABRIL, y otros, 1999) Cuando el producto alcanza el grado de deshidratación que se requiere, el gabinete se abre y las charolas se reemplazan con otra que contienen nuevo producto por deshidratar. Los deshidratados de este tipo son relativamente baratos de construir y requieren bajos costos de mantenimiento, pero su operación es costosa debido a la baja economía calorífica y altos costos de mano de obra. (COLINA, 2010) Para eliminar la humedad de un alimento de manera eficaz debemos tener en cuenta diversos aspectos y mecanismos que tiene lugar en el producto.

1.2.4.5 Proceso de secado:

Para eliminar la humedad de un alimento de manera eficaz se debe tener en cuenta diferentes aspectos y mecanismos. Estas características tienen gran importancia en frutas y verduras, ya que la retirada del agua puede modificar su estructura, entre estas se encuentran la actividad de agua y humedad que presenta el alimento a deshidratar, la temperatura de secado con la que se trabajará, tanto de bulbo húmedo como del bulbo seco, así como la velocidad y humedad del aire de trabajo, todos los cuales afectarán la curva de secado del proceso, en esta sección se describirán todos aspectos antes mencionados. (SINGH, 2009)

1.2.4.6 Actividad de agua:

Un parámetro muy importante en la deshidratación es el agua contenida en los alimentos que está más o menos disponible. La mejor forma de expresar la disponibilidad de ésta es la relación entre la presión parcial del agua en el alimento y la presión de vapor de agua pura. Por definición, la actividad de agua es la humedad relativa de equilibrio dividida por 100. (SINGH, 2009)

Tal como se muestra en la ecuación (1):

$$a_w = \frac{P}{P_o} = \frac{\% HRE}{100} \quad (1)$$

Donde:

a_w = Actividad de agua

P = Presión parcial de agua en el alimento.

P_o = Presión de vapor de agua pura

%HRE = Humedad relativa de equilibrio

“La actividad de agua siempre será menor a 1, debido a que sus constituyentes retienen el agua de manera parcial; siendo su capacidad de vaporizarse menor, el agua en un producto que puede encontrarse como: agua libre y agua ligada, donde el agua libre requiere de 2400 KJ/Kg de energía para evaporarse, mientras que el agua ligada requiere mayor energía”. (PEÑAFIEL, 2017)

1.2.4.7 Contenido de humedad:

La humedad puede ser expresada en base seca o en base húmeda, mediante las ecuaciones (2) y (3) respectivamente. Gran cantidad del agua se elimina mediante difusión, en fase líquida o vapor a través de la estructura inferior del alimento. La eliminación de la humedad del producto dependerá de la transferencia de materia por convección hacia la superficie del producto. (SINGH, 2009)

$$X_{BS} = \frac{m_a}{m_s} \times 100\% \quad (2)$$

Donde:

X_{BS} = Contenido de humedad en base seca (%)

m_a = Masa de agua contenido en el sólido (Kg)

m_s = Masa de sólido totalmente seco (Kg)

$$X_h = \frac{m_a}{m_a + m_s} \times 100\% \quad (3)$$

Donde:

X_{bh} = Contenido de humedad en base humedad (%)

m_a = Masa de agua contenido en el sólido (Kg)

m_s = Masa de sólido totalmente seco (Kg)

1.2.4.8 Factores que intervienen en el secado:

El secado se realiza mediante la evaporación de la humedad por medio de un equipo de secado, la velocidad de evaporación depende de factores como la temperatura del aire, ya sea de bulbo húmedo o seco, la velocidad del aire de secado y la humedad del aire de secado, factores que se describirán a continuación:

1.2.4.8.1 Temperatura del aire:

A medida que se incrementa la temperatura del aire, se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles. En la práctica de secado, la elección de la temperatura se lleva a cabo tomando en cuenta la especie que se va a someter al proceso. (SINGH, 2009)

El procesamiento térmico de frutas y vegetales provoca importantes cambios en el contenido de compuestos bioactivos y su actividad antioxidante. De igual manera el prolongado tiempo de secado afecta al contenido de polifenoles totales lo cual puede deberse a la oxidación enzimática. (VALERO, y otros, 2012)

1.2.4.8.2 Velocidad del aire:

Tiene como función transmitir la energía requerida para calentar el agua contenida en el interior del alimento facilitando la evaporación y transportar la humedad que sale del alimento. (JUNTAMAY, 2010)

La velocidad del aire en las primeras etapas del secado desempeña un papel sumamente importante, sobre todo cuando el producto a deshidratar contiene un alto nivel de humedad. A mayor velocidad, mayor será la tasa de evaporación y menor será el tiempo de secado, por tal razón, para asegurar un secado rápido y uniforme es indispensable una circulación del aire fuerte y regular. (SINGH, 2009)

1.2.4.8.3 Humedad relativa:

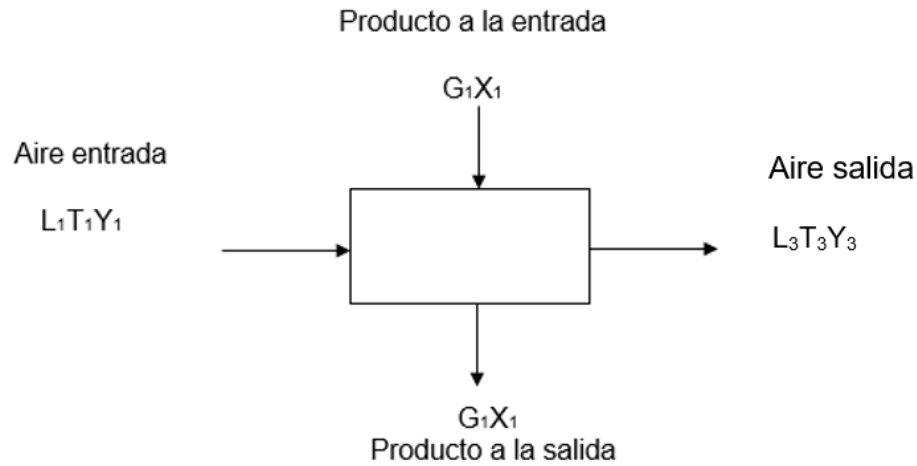
La humedad relativa (RH) es la relación de la presión de vapor del agua (P_w) y la presión de vapor de saturación (P_{wo}) a la misma temperatura, ver ecuación (4). Es una medida relativa de la cantidad de humedad que el aire húmedo puede contener a una temperatura determinada. (RATTI, 2008)

$$X_h = \frac{m_a}{m_a + m_s} \times 100\% \quad (4)$$

1.2.4.9 Balance de materia:

El balance de masa se realiza en torno al secador, que permite relacionar la masa total y la masa de agua contenida en el sólido, el aire que entra y el aire de salida, la figura (5) muestra la forma en que se realiza el balance de masa para un equipo secador. CERON y otros (2015)

Figura 5. Balance de materia de un secador



La Figura (5) muestra un diagrama de flujo de un proceso de secado convencional, en ella existen distintas variables, las cuales se describen a continuación:

L_1 : Cantidad de aire seco de entrada $\frac{Kg \text{ aire seco}}{h}$

L_3 : Cantidad de aire seco de salida $\frac{Kg \text{ aire seco}}{h}$

G_1 : Masa de sólido seco por hora a la entrada $\frac{Kg}{h}$

G_3 : Masa de sólido seco por hora a la salida $\frac{Kg}{h}$

Y_1 : Contenido de humedad del aire de entrada $\frac{g \text{ agua}}{g \text{ aire seco}}$

Y_3 : Contenido de humedad del aire de salida $\frac{g \text{ agua}}{g \text{ aire seco}}$

X_1 : Humedad inicial $\frac{g \text{ agua}}{g \text{ masa seca}}$

X_f : Humedad final $\frac{g \text{ agua}}{g \text{ masa seca}}$

T_1 : Temperatura del aire de entrada (°C)

T_3 : Temperatura del aire de salida (°C)

Del balance de masa global del proceso se tiene la ecuación (5):

$$\begin{aligned}L_1 &= L_3 = L \\G_1 &= G_3 = G\end{aligned}\tag{5}$$

De la figura (5), se plantea como balance de masa por componente el descrito en la ecuación (6).

Entra = sale

$$\begin{aligned}LY_1 &= GX_1 = LY_3 + GX_F \\LY_3 - Y_1 &= GX_i - X_F\end{aligned}\tag{6}$$

Desarrollando la ecuación 6 se determina la cantidad de aire seco por hora que el sistema de secado necesita como se muestra en la ecuación (7).

$$L = \frac{GX_1 - X_F}{Y_3 - Y_1}\tag{7}$$

1.2.4.9.1 Cantidad de agua a retirar del producto

La cantidad de agua a retirar es igual a la masa de agua que se evapora por medio del aire caliente, para ello se necesita hallar la diferencia entre humedad en base seca y el tiempo en que esta masa tarda en secarse hasta la humedad deseada, como lo describe la ecuación (8).

$$M = \frac{X_1 - X_F \cdot \text{Peso seco}}{t \text{ secado}}\tag{8}$$

Donde

M: Cantidad de agua a retirar del producto $\frac{Kg}{h}$

T secado: Tiempo total de secado (h)

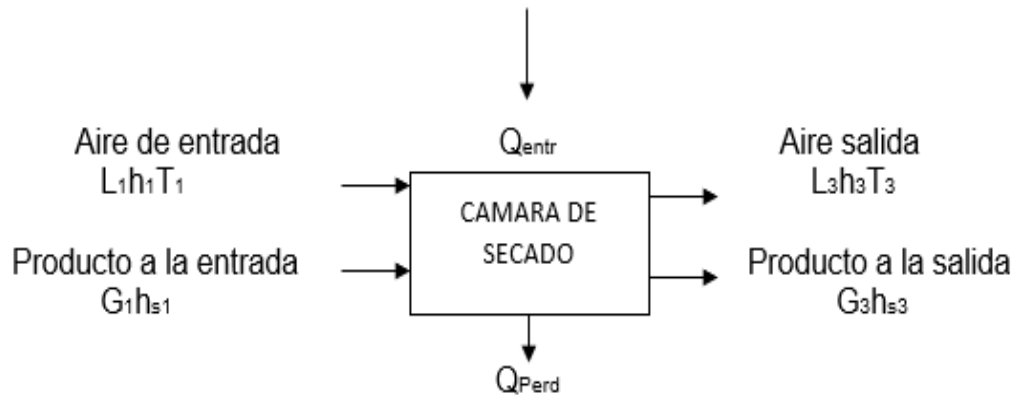
1.2.4.10 Balance de energía:

El balance de energía se basa en la ley de la conservación de energía y para realizar el balance se deben considerar suposiciones como:

- La mayoría de la energía es usada para evaporar el agua del sólido, por ende, la velocidad de secado se considera constante.
- Se considera el proceso de secado como ideal.

De esta manera, la figura (6) muestra la forma en que se realiza el balance de energía en un equipo secador. CERON y otros (2015)

Figura 6. Balance de energía de un secador



Q_{entr} : Calor cedido al sistema

Q_{Perd} : Pérdida de calor por las paredes

h_1 : Entalpia del aire a la entrada

h_3 : Entalpia del aire a la salida

h_{s1} : Entalpia del sólido a la entrada

h_{s3} : Entalpia del sólido a la salida

Por todo lo mencionado, el balance de energía se simplifica en un balance entálpico como se puede ver en la ecuación (9)

Entra = sale

$$Q_{entr} + L_1 h_1 + G_1 h_{s1} = L_3 h_3 + G_3 h_{s3} + Q_{perd} \quad (9)$$

1.2.4.11 Frutas deshidratadas:

Las frutas frescas están conformadas mayormente por agua y por tanto bajos tiempos, entonces, las frutas secas no sólo prolongan el sabor de la fruta, sino que nos proporcionan un diferente dulzor, además de aumentar el tiempo de conservación. La deshidratación a la que son sometidas algunas frutas es una operación destinada a reducir al máximo el contenido de agua en la constitución de la fruta, con el fin de detener la acción de los gérmenes que necesitan humedad para vivir. Para lograr este propósito, se recurre al calor natural (exposición al sol) o bien al artificial (combustión de leña o de carbón, gas o electricidad). (TERAN, 2014) En la edad media las frutas secas ya formaban parte de la cocina tradicional de muchos países. Algunas frutas desecadas como la ciruela y las uvas se pueden adquirir enteras, deshuesadas o sin semilla. Para lograr una perfecta conservación y evitar que se dessequen en exceso, se almacenan en recipientes herméticos y en un lugar fresco, seco y protegido de la luz y de los insectos, así se mantiene durante varios meses. Se evita almacenarse en bolsas de plástico ya que podrían enmohecerse. (TERAN, 2014)

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

SECADO: Operación mediante el cual se puede separar la humedad del sólido ya sea de forma total o parcial. (TERAN, 2014)

FRUTA DESHIDRATADA: Es el alimento que ha sido sometido a un proceso de disminución de agua en su tejido a través de métodos de secado. (EIASA, 2018)

PASAS DE BOLSA MULLACA: Fruto de bolsa mullaca deshidratado naturalmente por medio de calor natural o artificial, que puede ser conservado y para el consumo humano.

HUMEDAD: Es el peso de agua que acompaña a la unidad de peso de sólido seco. (TERAN, 2014)

ANTIOXIDANTES: Sustancias químicas importantes que inactivan los radicales libres o inhiben su producción, impidiendo el deterioro de las células. (ARMENTEROS, y otros, 2012)

COMPUESTOS FENÓLICOS: Son un amplio grupo de sustancias químicas, considerados metabolitos secundarios de las plantas, con diferentes estructuras químicas y funciones fisiológicas. (CELIK, y otros, 2008)

DPPH: “Molécula radical estable de color púrpura, que se prepara en solución metanólica o etanólica. En esta forma su pico de absorbancia está entre 515-520 nm. Cuando se coloca frente a una sustancia estabilizadora de radical libre, el radical DPPH pierde la coloración púrpura y se torna finalmente a una solución de color amarillo. El cambio de color es se monitorea espectrofotométricamente y se utiliza para la determinación de los parámetros para las propiedades antioxidantes. (VICENTE et al, 2009; citado por Oro y Urcia 2018)

ALIMENTO FUNCIONAL: Alimentos o ingredientes que mejoran el estado general de la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades; además de tratarse de productos alimenticios que deben consumirse dentro de la dieta habitual. (LEYVA, 2009)

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de la hipótesis:

La tecnología en la elaboración de pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) mediante la técnica de secado en bandejas nos permite obtener un producto alimenticio con alta calidad nutricional y capacidad antioxidante.

2.2 Variables y su operacionalización:

2.2.1 Variable dependiente:

- Pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)

2.2.2 Variable independiente:

- Temperatura de secado (55°, 60°C, 65°C)
- Tamaño de fruto (Pequeño (1.05 + 0.17mm), Mediano (1.38 + 0.16mm), Grande (1.72 + 0.18mm))

2.2.3 Operacionalización de las variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICION	TIPO POR SU NATURALEZA	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	CATEGORIAS	VALORES DE LA CATEGORIA	MEDIO DE VERIFICACION
DEPENDIENTE							
Pasas de <i>Physalis angulata</i> (Bolsa mullaca)	Producto obtenido mediante un proceso de deshidratación hasta obtener humedad residual aproximada de fruto seco	Cuantitativa	Humedad	Continuo	Alto Medio Bajo	>16 % 11 a 15% <10%	Reportes de análisis
			Análisis microbiológicos	Continuo	Salmonella, <i>E.coli</i> , Mohos levadura	Ausencia/25g <10 <10 ² <10 ²	
		Cualitativa	Sensorial: Sabor	Nominal	Aceptado Rechazado	Dulce Amargo	
INDEPENDIENTE							
Temperatura de secado	Magnitud, grado o nivel térmico medible del secador de bandejas	cuantitativo	Temperatura	Continuo	Baja Media Alta	55 ± 1 60 ± 1 65 ± 1	Reporte de procesos
Tamaño de la fruta	Conjunto de dimensiones físicas de la fruta por las cuales tiene mayor o menor volumen	Cuantitativo	Diámetro	Continuo	Pequeño Mediano Grande	1.05 + 0.17 1.38 + 0.16 1.72 + 0.18	Reporte de procesos

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico:

El método y tipo de estudio fueron cuantitativo y experimental, con diseño completamente experimental aleatorizado.

El diseño tuvo dos factores de Estudio: tratamiento térmico y tamaño de la fruta, con 3 niveles respectivamente, obteniendo así 9 tratamientos, que con 3 repeticiones hacen un total de 27 experimentos.

Se detalla a continuación:

Tabla 4. Diseño Metodológico para la Elaboración de Pasas de *Physalis angulata*

FACTOR DE ESTUDIO		Tratamiento térmico(°C)		
		55°C	60°C	65°C
Tamaño de la fruta	Pequeño	T ₁ P	T ₂ P	T ₃ P
	Mediano	T ₁ M	T ₂ M	T ₃ M
	Grande	T ₁ G	T ₂ G	T ₃ G

- **Diseño de estudio:**

3 x 3 = 9 tratamientos x 3 repeticiones = 27 experimentos

Donde:

- Tratamiento térmico:
T₁= 55°C; T₂=60°C; T₃=65°C
- Tamaño de la fruta:
Grande = G, Mediano = M, Pequeño = P

3.2 DISEÑO MUESTRAL:

Se determina el número de experimentos y los tratamientos al azar.

Tabla 5. Diseño Muestral de la Investigación con 3 repeticiones:

N° de Experimentos	Tratamientos	Variable respuesta
1	T ₁ P	Humedad y sabor
2	T ₁ M	Humedad y sabor
3	T ₁ G	Humedad y sabor
4	T ₂ P	Humedad y sabor
5	T ₂ M	Humedad y sabor
6	T ₂ G	Humedad y sabor
7	T ₃ P	Humedad y sabor
8	T ₃ M	Humedad y sabor
9	T ₃ G	Humedad y sabor
10	T ₁ P	Humedad y sabor
11	T ₁ M	Humedad y sabor
12	T ₁ G	Humedad y sabor
13	T ₂ P	Humedad y sabor
14	T ₂ M	Humedad y sabor
15	T ₂ G	Humedad y sabor
16	T ₃ P	Humedad y sabor
17	T ₃ M	Humedad y sabor
18	T ₃ G	Humedad y sabor
19	T ₁ P	Humedad y sabor
20	T ₁ M	Humedad y sabor
21	T ₁ G	Humedad y sabor
22	T ₂ P	Humedad y sabor
23	T ₂ M	Humedad y sabor
24	T ₂ G	Humedad y sabor
25	T ₃ P	Humedad y sabor
26	T ₃ M	Humedad y sabor
27	T ₃ G	Humedad y sabor

3.2.1 Selección de ámbito o área de estudio:

La investigación se realizó en las diferentes instalaciones de la Planta Piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana con apoyo del laboratorio de análisis físico químico y la planta de palmito donde se encuentran ubicado los equipos necesarios, ubicado en la calle Freyre N° 610, en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

3.2.2 Población de estudio:

La materia prima *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) se encuentra ubicada en el Taller de investigación: Cultivo y conservación de plantas medicinales amazónicas- Zungarococha, facultad de Ciencias Agronómicas- UNAP, ubicado al margen derecho de la carretera Iquitos- Puerto Almendra, a 45 minutos de la ciudad de Iquitos. Del mismo modo contamos con Bolsa mullaca que se encontraba en el puerto fluvial del distrito de Belén, provincia de Maynas, Departamento de Loreto.

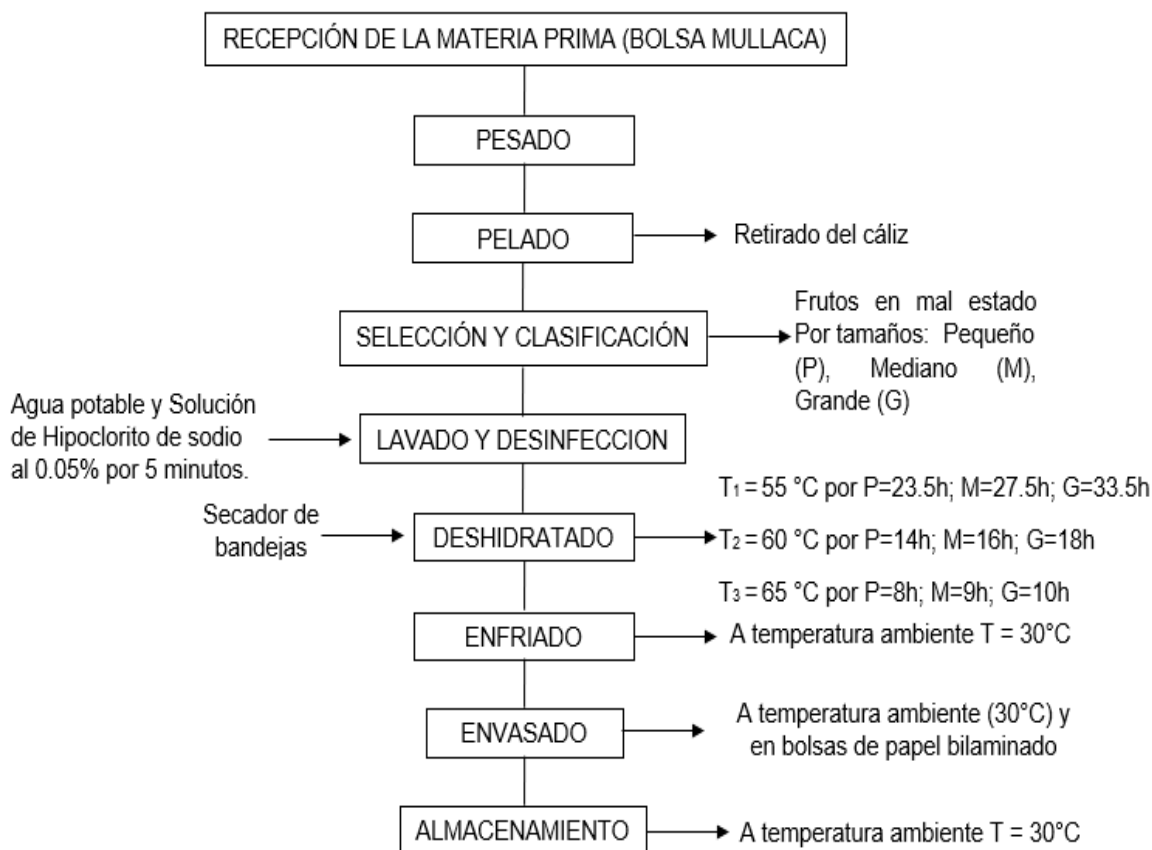
3.2.3 Muestra:

Se utilizaron los frutos de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) en buen estado organoléptico y de madurez, sin golpes y el tamaño adecuado para la elaboración de las pasas.

3.3 Proceso de recolección de datos:

3.3.1 Diagrama de flujo:

Figura 7. Diagrama de flujo de elaboración de pasas a partir de *Physalis angulata*



3.3.2 Descripción del diagrama de flujo:

- 1) **Recepción de la materia prima *Physalis angulata* (Bolsa mullaca).** Se adquirió la materia prima del taller de investigación: Cultivo y conservación de plantas medicinales amazónicas - Zungarococha, facultad de Ciencias Agronómicas - UNAP, para luego ser transportadas en bandejas de plástico a temperatura ambiente a la planta Piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- 2) **Pesado.** Se realizó el control de peso total de la materia prima en una balanza de plataforma de capacidad de 250 kg.
- 3) **Pelado.** En este proceso se extrajo el cáliz que cubre el fruto de manera manual.
- 4) **Selección y Clasificación.** Se seleccionaron aquellos frutos que presentaron daños mecánicos, ataque biológico y defectos físicos. Los frutos fueron clasificados en tres tamaños (Pequeño, Mediano y Grande).
- 5) **Lavado y Desinfección.** Se sumergieron los frutos en agua y se eliminaron los tallos e impurezas que puedan estar presentes en la materia prima, después se pasó a una solución de hipoclorito de sodio al 0.05% por 5 minutos, a fin de reducir la posible carga microbiana y se enjuagó con agua potable.
- 6) **Deshidratado.** Para este proceso se colocó los frutos en bandejas de aluminio por tamaños seleccionados (pequeño, mediano y grande), se utilizó el secador de bandejas eléctrico marca Electrozone, las muestras se sometieron a tres temperaturas de secado a 55°C (23.5 horas los pequeños, 27.5 horas los medianos y 33.5 horas los grandes), 60°C (14 horas los pequeños, 16 horas los medianos y 18 horas los grandes) y 65°C (8 horas los pequeños, 9 horas los medianos y 10 horas los grandes), para obtener el punto de pasas.

Tabla 6. Tabla de tratamientos y variable respuesta.

N° Experimentos	Factores	Temperatura	Tamaño	Variable respuesta
1	T ₁ P	55°C	PEQUEÑO	Humedad y sabor
2	T ₁ M	55°C	MEDIANO	Humedad y sabor
3	T ₁ G	55°C	GRANDE	Humedad y sabor
4	T ₂ P	60°C	PEQUEÑO	Humedad y sabor
5	T ₂ M	60°C	MEDIANO	Humedad y sabor
6	T ₂ G	60°C	GRANDE	Humedad y sabor
7	T ₃ P	65°C	PEQUEÑO	Humedad y sabor
8	T ₃ M	65°C	MEDIANO	Humedad y sabor
9	T ₃ G	65°C	GRANDE	Humedad y sabor

- 7) **Enfriado.** Una vez deshidratado el producto fue enfriado a temperatura ambiente por 10 minutos.
- 8) **Envasado.** El producto se pasó a pesar para obtener el peso final del producto para luego ser envasado en bolsas hechas manualmente de papel bilaminado.
- 9) **Almacenado.** Las pasas de Bolsa mullaca se almacenaron a temperatura ambiente para los respectivos análisis microbiológicos, físico químicos, sensoriales y nutricionales.

3.3.3 Materiales:

- Materia prima:

Como materia prima se utilizaron los frutos de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca).

- Materiales de laboratorio:

- Gradilla
- Papel toalla
- Pipetas
- Tubos de ensayo
- Fiolas
- Vaso precipitado
- Celdas de cuarzo Uv- visible
- Agua destilada
- Termómetro
- Lunas de reloj
- Bandejas de secado
- Papel bilaminado
- Mesas de acero inoxidable
- Recipientes de lavado

- Materiales de bioseguridad:

- Mandil
- Cofia
- Guantes
- Mascarilla

- Insumos utilizados:

- Frutos de Bolsa Mullaca
- Agua

- **Equipos utilizados**

Tabla 7. Equipos utilizados

Equipo	Marca	Modelo	Procedencia
Potenciómetro manual	Methrom	619	Suiza
Espectrofotómetro UVis	Genesys 150	–	–
Vortex	Bionet	Vm-1000	Perú
Secador de Bandejas	Electrozone	–	Italia
Selladora de empaques	Plasticflim	Ocs-400	–
Balanza de plataforma	Cavory	ACS-30-JC11	China
Mufla	Thermolyne	–	USA
Estufa	Selecta	209	USA
Refractrómetro	Zeiss	–	–
Equipo soxhlet	Bûchi	Distillation Unit k-314	Alemania
Contador de colonias	Selecta	208	España
Incubadora	Hellige Garden City	–	–
Estufa de aire caliente	Hot air oven	DSO-500D	Taiwan
Balanza analítica	A&D Weighing	HR-250A	USA

- **Reactivos de laboratorio:**

- DPPH
- Trolox
- Etanol
- Hexano
- Sulfato de cobre y Sulfato de sodio
- Hidróxido de sodio
- Ácido bórico
- Azul de metileno
- Ácido sulfúrico
- Caldos, agares y otros medios de cultivo para análisis microbiológicos.

3.3.4 Análisis realizados a las pasas de bolsa mullaca

3.3.4.1 Análisis fisicoquímicos:

Para la realización de los análisis fisicoquímicos como: Humedad, grasa, proteínas, carbohidratos, fibras, grados brix (sólidos solubles) y pH. Se realizó utilizando las metodologías propuestas por las normas oficiales de análisis. (AOAC, 1990)

- Determinación de humedad: N.T.P 206.011
- Determinación de ceniza: N.T.P 206.011
- Determinación de grasa: A.O.A.C. 960.32 (AOAC, 1990)
- Determinación de proteínas: ITINTEC – N.T.N 201.021
- Determinación de carbohidratos: Para la determinación de Carbohidratos se utilizará la diferencia de porcentaje de humedad, ceniza, grasa y proteína según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\%H + \%C + \%G + \%P)$$

- Determinación de fibra total: A.O.A.C. 920.39
- Determinación de acidez titulable: A.O.A.C. 942.15
- Determinación de pH: N.T.P 205.040
- Determinación de grados brix (solidos solubles): Se realizó de acuerdo con el fundamento de AOAC (1990). Utilizando el refractómetro de ABBE previamente calibrado manteniendo la temperatura de medición a 20°C.

3.3.4.2 Análisis nutricionales:

- Determinación de minerales: La determinación de minerales se realizó por medio de la espectrofotometría de absorción atómica, de acuerdo a la metodología propuesta por AOAC, este análisis se realizó en el laboratorio de la Facultad de Química.
- Determinación de vitamina C: Se utilizó la metodología de volumetría o titulación con la referencia técnica: AOAC 985.064. (AOAC, 1990)

- Determinación de vitamina A:

Provitamina A (β -caroteno y retinol) utilizando el espectrofotómetro

- Preparación del reactivo:

Alcohol n-butílico saturado.

Medir 35 ml de alcohol n-butílico y colocar en un vaso precipitado, luego añadir 15 ml de agua destilada.

- Procedimiento:

β -caroteno (lectura 450 nm).

- Pesar 10 gr de muestra en un matraz de vidrio de 300 ml y añadir 50 ml de alcohol n-butílico saturado con agua.
- Tapar y agitar durante dos minutos y dejar en reposo por espacio de 20 minutos. Seguidamente filtrar por medio de un papel de filtro.
- Llenar la cubeta de 1cc con el extracto de la muestra y la otra con el solvente.
- Leer la absorbancia a 450 nm y luego efectuar 3 lecturas.

Retinol (lectura 470 nm)

Se procede igual que la determinación del β -caroteno, con la única diferencia de que las lecturas de la absorbancia tienen que ser a una longitud de onda de 470 nm.

Cálculo:

$$\beta\text{-caroteno mg/100g de muestra} = \frac{(A-B)X1,57}{W}$$

$$\text{Retinol mg/100 g de muestra} = \frac{(A-B)X1,090}{W}$$

Donde:

A = Lectura de la absorbancia de la muestra.

B = Lectura de la absorbancia del solvente.

D = Longitud de onda.

W = Peso de la muestra.

3.3.4.3 Análisis de antioxidantes:

- Determinación de compuestos fenólicos totales:

Se describió por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu utilizando la técnica empleada de Singleton et al, 1995 con modificaciones Alvarado et al, 2008 se origina en la pertenencia de los fenoles totales de reaccionar frente a agentes oxidantes. Y estos compuestos contienen molibdato y tungstato sódico que al reaccionar con los fenólicos totales, elabora complejos fosfomolibdico, fosfotúngstico. Por ende, “La transferencia de electrones disminuye los compuestos a ácidos de tungsteno (WO) y molibdeno (MoO), cromógenos un pigmento de color azul intenso proporcional a la cantidad de grupos fenólicos vigentes en la molécula respectivamente”. (CRUZADO et al, 2013)

- Preparación de los reactivos:

10 ml de carbono de sodio al 20% (p/v): Se pesó 2 gramos de Carbono de sodio y se completó con agua caliente hasta 10 ml en un matraz para tener una mejor dilución.

10 ml de ácido gálico (concentración de 0.1 mg/ml): Se pesó 0.0010 gramos del patrón ácido gálico y se volvió a completar en un matraz de 25 ml para la solución extractora.

Tabla 8.Preparación de la curva padrón en compuestos fenólicos

N°	Ácido gálico (uL)	Solución extractora a uL	Concentración de ácido gálico (uL)	Agua destilada (uL)	Folin ciocalteu	Agitar y reposar por 5 min	Na CO 3	Agitar y reposar por 30 min en oscuridad	Leer en espectro
Blanco	0	200	0						
1	40	160	0.02						
2	80	120	0.04	1500	100		200		765nm
3	120	80	0.06						
4	160	40	0.08						
5	200	0	0.1						

Mientras tanto se preparó la dilución para elaborar la curva padrón (0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1 mg/ml). La solución extractora (200ml) en los tubos de control, se incorporó agua destilada a 1500 uL y el reactivo Foli- Ciocalteu a 100 uL, luego se homogenizó en un vortex y se dejó reposar por cinco minutos.

Entonces se estableció 200uL de NaCO₃ 20%, fueron agregados a cada uno en los tubos de ensayo, se agitó y se mantuvo a temperatura ambiente alejada de la iluminación por 30 min. Se hizo la lectura leída en un espectrofotómetro UV/Vis en una longitud de onda (λ) 765 nm respectivamente, se preparó el blanco similar al proceso de los extractos, se empleó como método estándar el ácido gálico en mg (EAG).

Tabla 9.Método estándar- Ácido gálico

<i>N° de tubo</i>	<i>Extracto (uL)</i>	<i>Agua destilada (uL)</i>	<i>Folin ciocalteau (uL)</i>	<i>Agitar y reposar por 5 min</i>	<i>NaCO₃ (uL)</i>	<i>Agitar y reposar por 30 min en oscuridad</i>	<i>Leer en espectro</i>
<i>A</i>	<i>200</i>	<i>1500</i>	<i>100</i>		<i>200</i>		<i>765 nm</i>
<i>B</i>	<i>200</i>						

- **Determinación de antioxidantes:** La determinación de la capacidad antioxidante de las pasas de bolsa mullaca se realizó mediante el método de captura de radicales como el DPPH.

a. Método de captura de radicales DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil).

Esta metodología fue realizada de acuerdo con la metodología planteada por (CUVELIER, 1995). Tiene como fundamento la reducción de radicales DPPH que cuando el hidrógeno es removido del antioxidante analizado esta produce una disminución de absorbancia. Para este análisis las lecturas fueron analizadas en un espectrofotómetro UV visible (UV-Vis Genesys™ 10 Bio, THERMO) a 515 nm. Todas las determinaciones se realizaron en triplicado y acompañados con la muestra control (solución DPPH). Las disminuciones de la absorbancia en las lecturas de las muestras fueron comparadas con la muestra control.

b. Procedimiento de la solución de DPPH.

En primer lugar, se preparó la solución y se pesó 0.00100 gr, se diluyó en 50 ml de etanol, después de la solución se hizo un blanco (3,5 ml de etanol + 300 ul) y leídas en un espectrofotómetro UV/Vis en una longitud de onda (λ) de 515 nm, las cuales fueron leídas en intervalos de 30 segundos durante 5 minutos, realizadas en forma triplicada y presentarse la absorbancia igual 0,8. (CUVELIER, 1995)

Trolox: se pesó 0,0050 g = 5 mg se diluyó con etanol en balón de 10 ml.

c. Procedimiento de la muestra. Se pipeteó 400ul del extracto, se adicionó 3ml de etanol y 700ul de DPPH, inmediatamente después se agitó y se guardó en un lugar en oscuras por 45 minutos. Leídas a 515 nm.

d. Procedimiento de la curva padrón DPPH. Los reactivos utilizados para el procedimiento del DPPH, etanol y agua destilada. El 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) es un radical que muestra un tinte violeta con una absorbancia a 515nm. A partir de la reacción se diluyó para tener una lectura inicial de 0.8, para la prueba se colocó en un espectrofotómetro (UV-Vis Genesys™ 10 Bio, THERMO) en una cubeta distante de la iluminación. Asimismo, con un tiempo 30 segundos, por triplicado los tubos de control. El cálculo de la actividad antioxidante se realizó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Actividad antioxidante (\%)} = \frac{(\text{Abs control} - \text{Abs muestra})}{\text{Abs control}} \times 100$$

Tabla 10. Procedimiento de la curva padrón DPPH

Punto	Concentración trolox (mg/mL)	Concentración trolox (umol/L)	Volumen de trolox (uL)	Volumen Met-OH ou Et OH (uL)	Masa trolox (umol)	Masa trolox (mg)	DPPH
1	0,050	200	50	450	0,100	0,025	300 uL
2	0,040	160	40	460	0,080	0,020	300 uL
3	0,030	120	30	470	0,060	0,015	300 uL
4	0,020	80	20	480	0,040	0,010	300 uL
5	0,010	40	10	490	0,020	0,005	300 uL
6	0,005	20	5	495	0,010	0,003	300 uL
7	0	0	0	500	0,000	0	300 uL
Blanco							

3.3.4.4 Análisis microbiológicos:

Análisis microbiológicos de frutas deshidratadas: Se realizó según la legislación peruana, la resolución ministerial N° 615 – 2003 – SA/DM.

- Determinación de mohos y levaduras: método recomendado para recuento de mohos y levaduras. FDA. 1992 cap18n 7ma. Ed.
- Determinación de *Salmonella sp*: método recomendado para salmonella FDA. BAM. Capítulo 5 Rev. 8ava. Ed. 2007.
- Determinación de *Escherichia coli*: método recomendado para Escherichia coli NMP. FDA – BAM 2002

3.3.4.5 Análisis sensorial:

Se realizó la prueba de aceptabilidad de las pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca), para esta prueba se necesitaron 100 jueces (personas con edades entre 15 y 50 años). Se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman y Wilcoxon ($p \leq 0.05$), para los cuatro atributos sensoriales evaluados: olor, sabor, color y consistencia. Ver anexos de análisis sensorial. Para la correcta interpretación de la escala hedónica se utilizaron los siguientes códigos: (-4): Me disgusta extremadamente, (-3): Me disgusta mucho, (-2): Me disgusta moderadamente, (-1): Me disgusta poco, (0): Ni me gusta ni me disgusta; (1): Me gusta poco; (2): Me gusta moderadamente; (3): Me gusta mucho; (4): Me gusta extremadamente. Para los casos en donde existieron diferencias significativas se aplicó la prueba de Wilcoxon. El paquete estadístico utilizado fue el SPSS25.

3.3.4.6 Vida útil.

Se realizaron mediciones de pH cada 15 días por tres meses y se realizó la proyección de vida útil con la ecuación de Arrhenius:

Ecuación de Arrhenius modificada

$$C_i = A_i + B \cdot t$$

3.4 Aspectos éticos:

En esta investigación no se pondrá en riesgo la existencia de la especie a tratar, comprometiéndonos con el cuidado del medio ambiente en cada proceso, así como también los insumos químicos utilizados en el proceso no causaran daño alguno al consumidor.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS.

4.1 Caracterización de las pasas de *Physalis angulata*:

4.1.1 Determinación del diámetro

Los frutos de la bolsa mullaca se clasificaron por medio de dos tamizadores, obteniendo a partir de esta operación tres tamaños: pequeño, mediano y grande; para posteriormente proceder a medir el diámetro utilizando un vernier. Según la clasificación antes mencionada se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11. Resultados del diámetro del fruto de *Physalis angulata*

Diámetro de la bolsa mullaca de tamaño pequeño (cm)	Diámetro de la bolsa mullaca de tamaño mediano (cm)	Diámetro de la bolsa mullaca de tamaño grande (cm)
0.88	1.23	1.77
1.07	1.22	1.68
0.90	1.28	1.75
0.97	1.29	1.59
1.03	1.28	1.86
1.05	1.26	1.61
1.02	1.28	1.78
1.01	1.31	1.83
0.96	1.26	1.83
1.09	1.43	1.71
1.01	1.33	1.55
1.04	1.42	1.69
1.02	1.31	1.89
1.14	1.32	1.59
1.03	1.36	1.86
1.04	1.45	1.88
1.03	1.38	1.81
1.09	1.42	1.67
1.12	1.41	1.61
1.05	1.43	1.82
0.98	1.42	1.63
1.02	1.35	1.71
1.04	1.32	1.59
1.11	1.42	1.54
1.06	1.37	1.58
1.20	1.31	1.76
1.07	1.41	1.79
1.10	1.39	1.62
0.97	1.33	1.63
1.05	1.43	1.67
1.03	1.40	1.81
1.15	1.39	1.71
1.07	1.49	1.65
1.14	1.39	1.75
1.21	1.41	1.72
1.09	1.32	1.86
0.94	1.52	1.71
1.05	1.44	1.59
1.21	1.39	1.6
1.15	1.39	1.78
0.99	1.41	1.65
1.19	1.45	1.61
1.08	1.35	1.66
1.02	1.42	1.86
0.93	1.38	1.81
1.10	1.45	1.67
1.12	1.53	1.79
1.05	1.31	1.84
0.92	1.45	1.65
1.09	1.44	1.89
Promedio 1.05 + 0.17	Promedio 1.38 + 0.16	Promedio 1.72 + 0.18

Existe diferencias entre el promedio del diámetro entre los frutos de tamaño pequeño con 1.05 ± 0.17 cm, mediano con 1.38 ± 0.16 y grande que alcanzo 1.72 ± 0.18 cm. El seleccionar los frutos mediante tamizado es importante en este estudio porque a menor tamaño del fruto menos tiempo de secado, si no se realizara la selección los frutos más pequeños tendrían a deteriorar más sus componentes, o que la humedad este por debajo del promedio, dando resultados indeseados en el valor nutricional y sensorial del producto final.

La diferencia entre los tres tamaños no es muy significativa, ya que la gran mayoría de los frutos son del tamaño mediano.

4.1.2 Análisis fisicoquímicos de *Physalis angulata* en estado fresco.

Previo a la deshidratación de la bolsa mullaca se realizaron análisis de humedad, Ceniza, grasas, proteínas, carbohidratos, pH, Acidez titulable y solidos solubles, con el fin de poder evaluar el comportamiento de los compuestos antes mencionados en el proceso de secado o deshidratado.

Tabla 12. Resultados fisicoquímicos de *Physalis angulata*

Parámetro	Resultados
Humedad	81.63 %
Ceniza	1.51 %
Grasas	0.11 %
Proteínas	1.53 %
Carbohidratos	15.22 %
Fibra Total	4.79 %
pH	4.9
Acidez titulable	0.49 %
Solidos solubles	13 ° BRIX

De acuerdo con la tabla 12, se tiene que la bolsa mullaca muestra un alto contenido de humedad de 81.63 %, ceniza 1.51%, grasas 0.11%, proteínas 1.53%, carbohidratos 15.22%, solidos solubles es de 13 ° Brix, acidez 0.49% y pH 4.9, el cual nos indica que el fruto no es muy acido y tiene un promedio de dulzor agradable.

4.1.3 Selección de la temperatura óptima

Se realizó la medición de la humedad (Variable respuesta) después del secado de las pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) a diferentes temperaturas, las cuales fueron 55, 60 y 65°C. Los resultados se muestran en la tabla 13. Así mismo se detalla la relación del tiempo de secado con la humedad de las pasas.

Tabla 13. Selección de la temperatura óptima mediante variable respuesta

Temperatura	Tamaño	Horas	Humedad
1	T ₁ P	21 horas	15.19
2	T ₁ M	24 horas	14.68
3	T ₁ G	26 horas	16.67
4	T ₂ P	10 horas	17.36
5	T ₂ M	14 horas	18.22
6	T ₂ G	16 horas	19.11
7	T ₃ P	7 horas	14.5
8	T ₃ M	12.5 horas	9.25
9	T ₃ G	15 horas	9.48
10	T ₁ P	22.6 horas	12.73
11	T ₁ M	27.6 horas	13.3
12	T ₁ G	36 horas	10.47
13	T ₂ P	14.5 horas	9.44
14	T ₂ M	16 horas	11.85
15	T ₂ G	22 horas	9.2
16	T ₃ P	7.5horas	13.77
17	T ₃ M	14 horas	8.73
18	T ₃ G	13 horas	9.54
19	T ₁ P	23.5 horas	13.54
20	T ₁ M	27.5 horas	13.66
21	T ₁ G	33.5 horas	12.8
22	T ₂ P	14 horas	10.51
23	T ₂ M	16 horas	11.67
24	T ₂ G	18 horas	11.85
25	T ₃ P	9 horas	10.92
26	T ₃ M	10 horas	11.65
27	T ₃ G	11 horas	10.84

La materia prima *Physalis angulata* no ha sido estudiada previamente en su forma deshidratada, después de la deshidratación las referencias para humedades se extrajeron de las tesis con *Physalis peruviana* y los rangos a tener en cuenta estuvieron entre 11% y 14% de humedad. De este punto se eliminaron los experimentos con humedades muy bajas y altas.

4.1.4 Deshidratación de la Bolsa mullaca

Se realizaron mediciones específicas para las curvas de deshidratación a tres temperaturas de secado (55°C, 60°C y 65°).

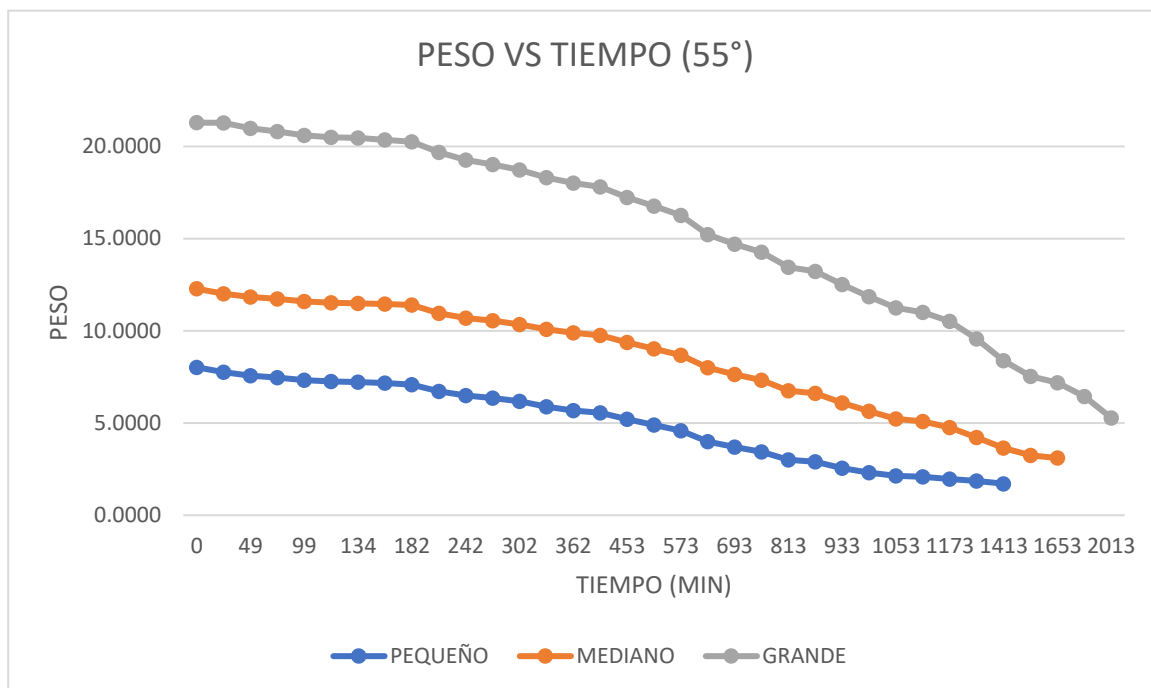
Deshidratación a 55°C

A esta temperatura, los tiempos de secado fueron: 1413 minutos para los tamaños pequeños, 1653 minutos para los tamaños medianos y 2013 minutos para el tamaño grande, es decir 23 horas y 33 minutos, 27 horas y 33 minutos y 33 horas y 33 minutos, ya que a ese tiempo el peso de bolsa mullaca se hizo constante, así como se muestra en tabla 14 y la figura 8.

Tabla 14. Tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 55°C

Tiempo (min)	Peso (pequeño)	Peso (mediano)	Peso (grande)
0	8.0224	12.2825	21.3044
25	7.7648	12.0133	21.2801
49	7.5763	11.8337	20.9871
73	7.4703	11.7301	20.8062
99	7.3215	11.5931	20.6015
119	7.2500	11.5268	20.4977
134	7.2176	11.4982	20.4548
162	7.1616	11.4530	20.3622
182	7.0782	11.3975	20.2573
212	6.7238	10.9595	19.6764
242	6.5007	10.6973	19.2603
272	6.3608	10.5510	19.0262
302	6.1744	10.3501	18.7289
332	5.8942	10.0850	18.3059
362	5.6803	9.8900	18.0226
393	5.5485	9.7526	17.8123
453	5.2084	9.3667	17.2389
513	4.8898	9.0277	16.7648
573	4.5882	8.6790	16.2623
633	3.9998	7.9984	15.2307
693	3.7007	7.6407	14.7085
753	3.4433	7.3256	14.2661
813	3.0043	6.7538	13.4507
873	2.8979	6.6064	13.2271
933	2.5609	6.1027	12.513
993	2.3166	5.6490	11.8585
1053	2.1438	5.2217	11.2535
1113	2.0852	5.0884	11.0135
1173	1.9662	4.7501	10.5141
1293	1.8540	4.2235	9.562
1413	1.7117	3.6457	8.3834
1533		3.2562	7.5354
1653		3.1028	7.1837
1773			6.4341
2013			5.2845

Figura 8. Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 55°C



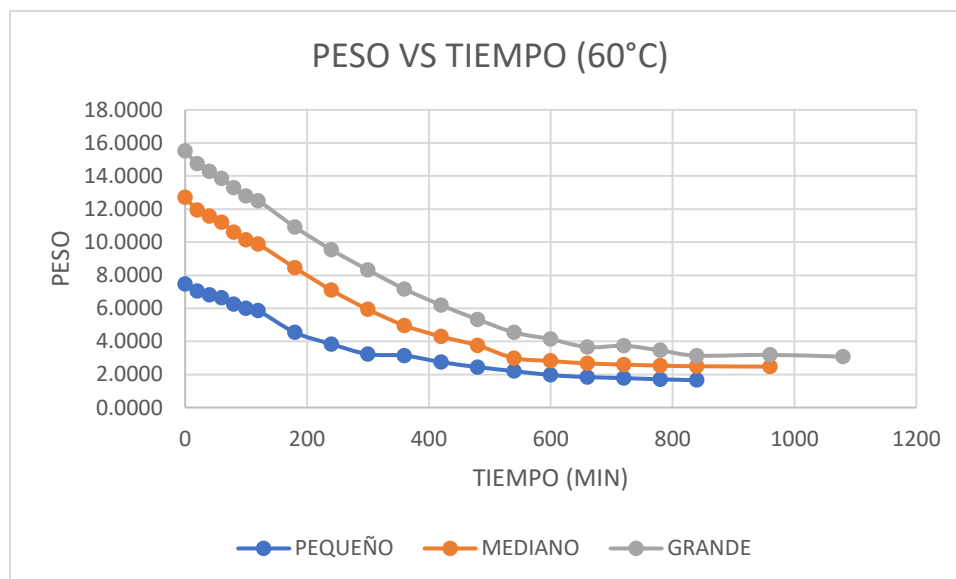
Deshidratación a 60°C

En esta temperatura, los tiempos de secado fueron: 840 minutos para los tamaños pequeños, 960 minutos para los tamaños medianos y 1080 minutos para el tamaño grande, es decir 14 horas, 16 horas y 18 horas, ya que a ese tiempo el peso de la bolsa mullaca se hizo constante, tal como se muestra en la tabla 15 y la figura 9.

Tabla 15. Tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 60°C

TIEMPO	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
0	7.4621	12.7049	15.5187
20	7.0369	11.9414	14.7374
40	6.8062	11.5771	14.2709
60	6.6438	11.1959	13.8555
80	6.2517	10.6109	13.2878
100	6.0078	10.1390	12.7849
120	5.8634	9.8800	12.5068
180	4.5424	8.4540	10.9228
240	3.8404	7.0972	9.5408
300	3.2288	5.9350	8.3220
360	3.1424	4.9597	7.1664
420	2.7494	4.2952	6.1943
480	2.4454	3.7570	5.3298
540	2.2044	2.9897	4.5434
600	1.9687	2.8175	4.1340
660	1.8402	2.6678	3.6533
720	1.7843	2.5980	3.7358
780	1.7060	2.5349	3.4545
840	1.6564	2.4982	3.1403
960		2.4745	3.1865
1080			3.0753

Figura 9. Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 60°C



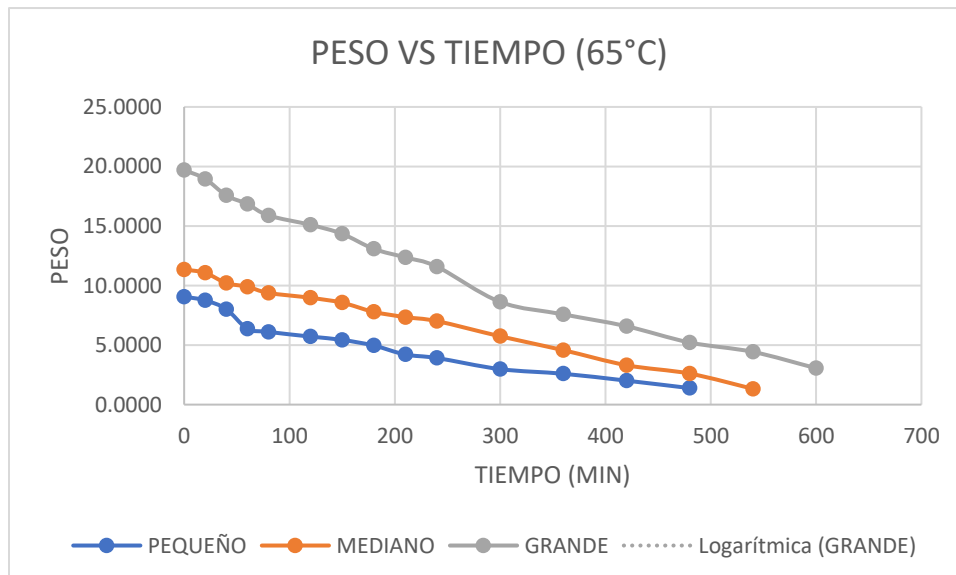
Deshidratación a 65°C

En esta temperatura, los tiempos de secado fueron: 480 minutos para los tamaños pequeños, 540 minutos para los tamaños medianos y 600 minutos para el tamaño grande, es decir 8 horas, 9 horas y 10 horas, ya que a ese tiempo el peso de la bolsa mullaca se hizo constante, tal como se observa en la tabla 16 y figura 10.

Tabla 16. Tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 65°C

TIEMPO	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
0	9.0631	11.3518	19.7019
20	8.7560	11.0602	18.9554
40	8.0182	10.2132	17.5665
60	6.3760	9.8994	16.8471
80	6.1067	9.3836	15.8875
120	5.7113	8.9691	15.0958
150	5.4371	8.5598	14.344
180	4.9608	7.7902	13.0787
210	4.2071	7.3486	12.3625
240	3.9124	7.0125	11.5872
300	2.9816	5.7390	8.6276
360	2.5925	4.5739	7.5803
420	2.0130	3.3086	6.5821
480	1.3875	2.6044	5.2157
540		1.3240	4.4284
600			3.0594

Figura 10. Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la bolsa mullaca a 65°C



Como se observa en las figuras antes mencionadas a mayor temperatura menor tiempo de secado, por lo que, en la temperatura de 55° C, el tiempo de secado varia de 27 a 34 horas según tamaño, mientras que a 60°C varía entre 14 a 18 horas y a 65°C entre 8 a 10 horas. En las tres temperaturas se obtuvieron humedades dentro de 10 a 14%. Cabe recalcar que a la temperatura 65°C las muestras se oscurecieron más a comparación de la temperatura 55°C.

4.1.5 Análisis fisicoquímicos de las pasas de *Physalis angulata*.

Se realizaron análisis fisicoquímicos preliminares en los diferentes tamaños y temperaturas y posteriormente se analizaron las pasas con mejor aceptabilidad sensorial.

Tabla 17. Análisis fisicoquímicos preliminares de las pasas de *Physalis angulata*

Pasas de mullaca	55 ° C			60 ° C			65°C		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Tamaño									
Humedad (%)	13.54	13.66	12.8	10.51	11.67	11.85	10.92	11.65	10.84
Ceniza (%)	4.33	4.7	4.4	4.27	4.48	4.41	4.58	4.26	4.64
Grasas (%)	1.87	1.52	1.54	2.62	2	1.89	2.86	2.5	2.73
Proteínas (%)	5.87	5.54	5.6	6.19	6.38	6.42	6.18	6.38	6.63
Carbohidratos (%)	74.39	74.67	75.66	76.41	75.47	75.46	76.46	75.21	75.16
Fibra total (%)	15.87	15.75	15.8	16.81	17.71	17.69	17.02	16.72	16.73
pH	3.95	4	3.81	3.92	4.05	4.08	3.9	3.95	3.8
Acidez Titulable (%)	2.03	1.96	2.17	2.31	1.75	1.75	2.8	2.03	2.17
Solidos solubles (° brix)	38	39	36	48	47	40	38	36	37

En la tabla 17, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados inmediatamente después de la deshidratación de la bolsa mullaca, y se muestra que no existe diferencia significativa con respecto a los valores entre los tres tamaños a una misma temperatura pero el contenido de humedad varía entre 10 a 14 %, el contenido de ceniza, carbohidratos, grasas, pH, acidez y proteínas no tienen diferencia significativa al comparar las tres temperaturas, el contenido de grasas es mayor a 65°C, las proteínas y fibra total tuvieron valores menores a 55°C y los sólidos solubles fue mayor a 60°C.

4.1.6 Análisis sensorial de las pasas de *Physalis angulata*.

Para realizar el análisis estadístico de la evaluación sensorial de las pasas a partir de *Physalis angulata* se aplicó las pruebas no paramétrico de Friedman y Wilcoxon ($p \leq 0,05$), para los cuatro atributos sensoriales evaluados: olor, sabor, color y consistencia. Para la correcta interpretación la escala hedónica se utilizó la siguiente codificación: (-4): me disgusta extremadamente, (-3): me disgusta mucho, (-2): me disgusta moderadamente, (-1): me disgusta poco, (0): ni me gusta ni me disgusta, (1): me gusta poco, (2): me gusta moderadamente, (3): me gusta mucho, (4): me gusta extremadamente. Para los casos donde existieron diferencias significativas se aplicó la prueba de Wilcoxon. El paquete estadístico utilizado fue el SPSS 25.

4.1.6.1. Prueba de aceptabilidad de pasas elaboradas a partir de *Physalis angulata* - Atributo olor.

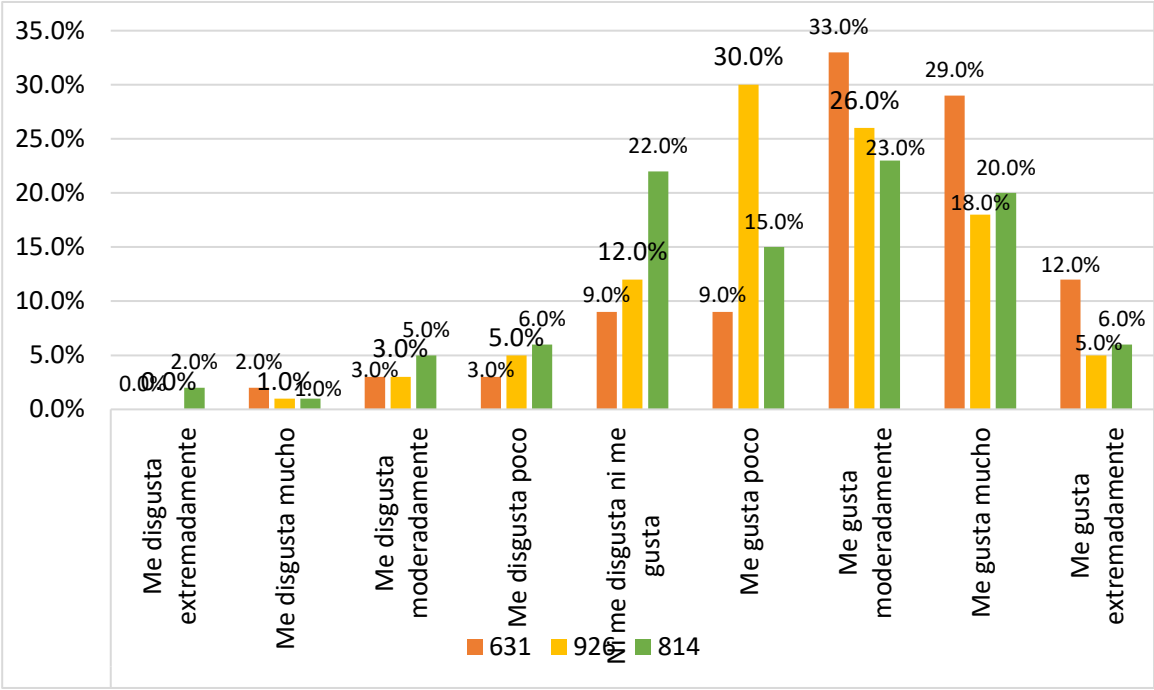
Tabla 18. Aceptabilidad de pasas a partir de *Physalis angulata* - Atributo olor.

Calificación	Muestra					
	631=T1M		926=T2M		814=T3M	
	n	%	n	%	n	%
Me gusta extremadamente	12	12.0%	5	5.0%	6	6.0%
Me gusta mucho	29	29.0%	18	18.0%	20	20.0%
Me gusta Moderadamente	33w	33.0%	26	26.0%	23	23.0%
Me gusta poco	9	9.0%	30	30.0%	15	15.0%
Ni me gusta ni me disgusta	9	9.0%	12	12.0%	22	22.0%
Me disgusta poco	3	3.0%	5	5.0%	6	6.0%
Me disgusta moderadamente	3	3.0%	3	3.0%	5	5.0%
Me disgusta mucho	2	2.0%	1	1.0%	1	1.0%
Me disgusta extremadamente	0	0.0%	0	0.0%	2	2.0%
Total	100	100%	100	100%	100	100%

Al analizar la tabla 18 y la figura 11, podemos observar que la muestra 631 (**T_{1M}**), tuvo la mayor frecuencia en la calificación “Me gusta moderadamente” (33.0%) seguida de la calificación “Me gusta mucho” (29.0%). Para el caso de la muestra 926 (**T_{2M}**), la calificación “Me gusta poco” fue la que tuvo mayor frecuencia (30.0%) seguida de la calificación “Me gusta moderadamente” (26.0%). En cuanto a la muestra 814 (**T_{3M}**), la mayor frecuencia se observa en la calificación “Me gusta moderadamente” (23.0%) seguida de la calificación “Ni me gusta ni me disgusta” (22%).

Al analizar estos datos observamos que la muestra 631 es la que aparentemente tendría la mayor aceptabilidad a nivel poblacional con respecto al atributo olor. Esta muestra es el experimento 631 (T₁M), por ende, la temperatura con mayor aceptabilidad es la de 55°C.

Figura 11. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de las pasas de *Physalis angulata*, atributo: olor.



- Prueba de Friedman.

De acuerdo con los resultados de la prueba de Friedman (anexo 1) se observa evidencia estadística suficiente para afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas poblacionales de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de las pasas para el atributo olor dado que la significancia observada es inferior a 0.05.

- Prueba de Wilcoxon

Analizando los promedios de los rangos (Anexo 1) y los resultados de la prueba de Wilcoxon podemos concluir que la muestra 631 es la que cuenta con mayor aceptabilidad con respecto al atributo olor, dado que tiene el mayor valor promedio de rangos (2.32).

4.1.6.2. Prueba de aceptabilidad de pasas a partir de *Physalis angulata* – atributo sabor.

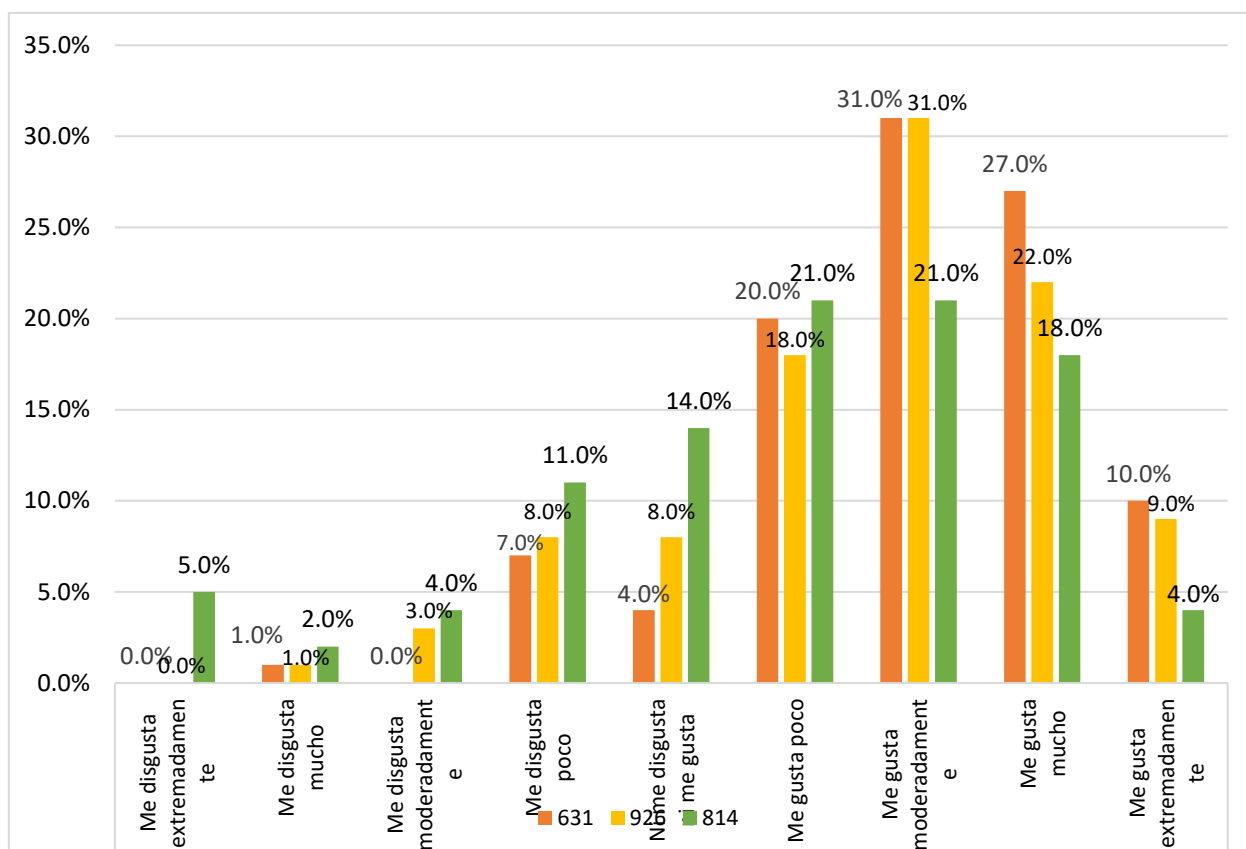
Análisis estadístico descriptivo de las calificaciones asignadas en la prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata*. Atributo: sabor.

Tabla 19. Aceptabilidad de pasas a partir de *Physalis angulata*. Atributo: sabor.

Calificación	Muestra					
	631=T ₁ M		926=T ₂ M		814=T ₃ M	
	n	%	n	%	N	%
Me gusta extremadamente	10	10.0%	9	9.0%	4	4.0%
Me gusta mucho	27	27.0%	22	22.0%	18	18.0%
Me gusta moderadamente	31	31.0%	31	31.0%	21	21.0%
Me gusta poco	20	20.0%	18	18.0%	21	21.0%
Ni me gusta ni me disgusta	4	4.0%	8	8.0%	14	14.0%
Me disgusta poco	7	7.0%	8	8.0%	11	11.0%
Me disgusta moderadamente	0	0.0%	3	3.0%	4	4.0%
Me disgusta mucho	1	1.0%	1	1.0%	2	2.0%
Me disgusta extremadamente	0	0.0%	0	0.0%	5	5.0%
Total	100	100.0%	100	100.0%	100	100.0%

Al analizar la tabla 19 y la figura 12, podemos observar que la muestra 631 (T₁M), tuvo la mayor frecuencia en la calificación “Me gusta moderadamente” (31.0%) seguida de la calificación “Me gusta mucho” (27.0%). Para el caso de la muestra 926 (T₂M), la calificación “Me gusta moderadamente” fue la calificación que tuvo la mayor frecuencia (31.0%) seguida de la calificación “Me gusta mucho” (22.0%). En cuanto a la muestra 814 (T₃M), la mayor frecuencia se observa en la calificación “Me gusta moderadamente” (21.0%) y “Me gusta poco” (21.0%) seguida de la calificación “Me gusta mucho” (18.0%). Al analizar estos datos observamos que la muestra 631 (T₁M), es la que aparentemente tendría la mayor aceptabilidad a nivel poblacional con respecto al atributo sabor, por ende, la temperatura con mayor aceptación es la de 55°C.

Figura 12. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata*. Atributo: sabor.



- Prueba de Friedman

De acuerdo con los resultados de la prueba de Friedman (anexo 1) se observa evidencia estadística suficiente para afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas poblacionales de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de las pasas para el atributo sabor dado que la significancia observada es inferior a 0.05.

- Prueba de Wilcoxon:

Al analizar los promedios de los rangos (anexo 1) y los resultados de la prueba de Wilcoxon podemos concluir que la muestra 631 (T_1M) y 926 (T_2M) son las que cuentan con mayor aceptabilidad con respecto al atributo sabor, dado que tiene el mayor valor promedio de rangos (2.24 y 2.14) y no existen diferencias significativas entre las medianas poblacionales de los puntajes asignados a estas dos muestras.

4.1.6.3. Prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata* – atributo color.

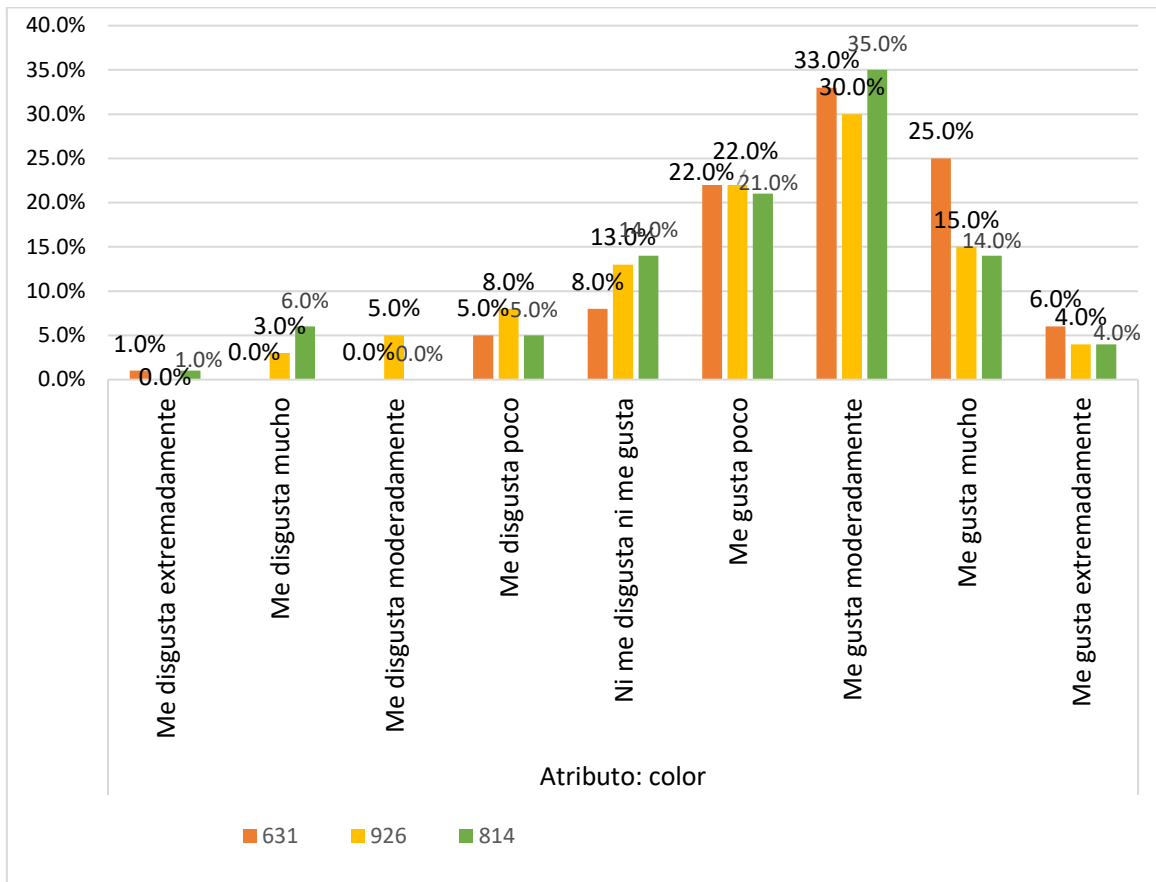
Análisis estadístico descriptivo de las calificaciones asignadas en la prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca). Atributo: color.

Tabla 20. Aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata*. Atributo: color.

Calificación	Muestra					
	631=T1M		926=T2M		814=T3M	
	n	%	n	%	N	%
Me gusta extremadamente	6	6.0%	4	4.0%	4	4.0%
Me gusta mucho	25	25.0%	15	15.0%	14	14.0%
Me gusta moderadamente	33	33.0%	30	30.0%	35	35.0%
Me gusta poco	22	22.0%	22	22.0%	21	21.0%
Ni me gusta ni me disgusta	8	8.0%	13	13.0%	14	14.0%
Me disgusta poco	5	5.0%	8	8.0%	5	5.0%
Me disgusta moderadamente	0	0.0%	5	5.0%	0	0.0%
Me disgusta mucho	0	0.0%	3	3.0%	6	6.0%
Me disgusta extremadamente	1	1.0%	0	0.0%	1	1.0%
Total	100	100.0%	100	100.0%	100	100.0%

Al analizar la tabla 20 y la figura 13, podemos observar que la muestra 631 (**T_{1M}**), tuvo la mayor frecuencia en la calificación “Me gusta moderadamente” (33.0%) seguida de la calificación “Me gusta mucho” (25.0%). Para el caso de la muestra 926 (**T_{2M}**), la calificación “Me gusta moderadamente” fue la calificación que tuvo la mayor frecuencia (30.0%) seguida de la calificación “Me gusta poco” (22.0%). En cuanto a la muestra 814 (**T_{3M}**), la mayor frecuencia se observa en la calificación “Me gusta moderadamente” (35.0%) seguida de la calificación “Me gusta poco” (21.0%). Al analizar estos datos observamos que la muestra 631 que es el experimento 631 (**T_{1M}**) es la que aparentemente tendría la mayor aceptabilidad a nivel poblacional con respecto a atributo color, Por ende, la temperatura que tiene mayor aceptación es la de 55°C.

Figura 13. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata*. Atributo: color.



- Prueba de Friedman.

De acuerdo con los resultados de la prueba de Friedman (anexo 1) observamos la evidencia estadística suficiente para afirmar que existen diferencias significativas de las medianas de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para las pasas para el atributo color dado que la significancia observada es inferior a 0.05.

- Prueba de Wilcoxon

Al analizar los promedios de los rangos (anexo 3) y los resultados de la prueba de Wilcoxon podemos concluir que la muestra 631 es la que cuenta con mayor aceptabilidad con respecto al atributo color, dado que tiene el mayor valor promedio de rangos (2.23).

4.1.6.4. Prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata* – atributo consistencia.

- Análisis estadístico descriptivo de las calificaciones asignadas en la prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata*. Atributo: consistencia.

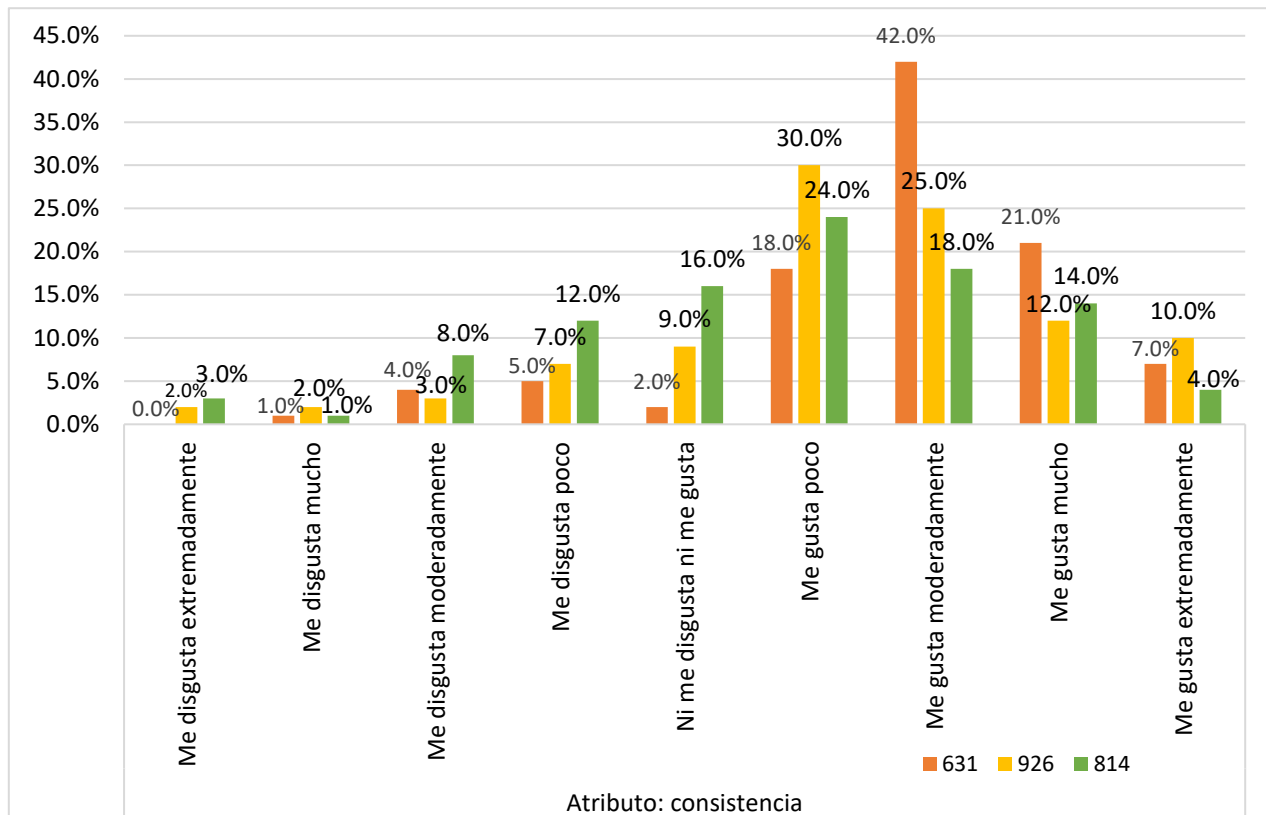
Tabla 21. Aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata*. Atributo: consistencia.

Calificación	Muestra					
	631=T1M		926=T2M		814=T3M	
	N	%	n	%	n	%
Me gusta extremadamente	7	7.0%	10	10.0%	4	4.0%
Me gusta mucho	21	21.0%	12	12.0%	14	14.0%
Me gusta moderadamente	42	42.0%	25	25.0%	18	18.0%
Me gusta poco	18	18.0%	30	30.0%	24	24.0%
Ni me gusta ni me disgusta	2	2.0%	9	9.0%	16	16.0%
Me disgusta poco	5	5.0%	7	7.0%	12	12.0%
Me disgusta moderadamente	4	4.0%	3	3.0%	8	8.0%
Me disgusta mucho	1	1.0%	2	2.0%	1	1.0%
Me disgusta extremadamente	0	0.0%	2	2.0%	3	3.0%
Total	100	100.0%	100	100.0%	100	100.0%

Al analizar la tabla 21 y la figura 14, podemos observar que la muestra 631 (**T_{1M}**), tuvo la mayor frecuencia en la calificación “Me gusta moderadamente” (42.0%) seguida de la calificación “Me gusta mucho” (21.0%). Para el caso de la muestra 926 (**T_{2M}**), la calificación “Me gusta poco” fue la calificación que tuvo la mayor frecuencia (30.0%) seguida de la calificación “Me gusta moderadamente” (25.0%).

En cuanto a la muestra 814 (**T_{3M}**), la mayor frecuencia se observa en la calificación “Me gusta poco” (24.0%) seguida de la calificación “Me gusta moderadamente” (18.0%). Al analizar estos datos observamos que la muestra 631 (**T_{1M}**), es la que aparentemente tendría la mayor aceptabilidad a nivel poblacional con respecto a atributo consistencia, Por ende, la temperatura con mayor aceptación es la de 55°C.

Figura 14. Distribución de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad de pasas de *Physalis angulata*. Atributo: consistencia.



- Prueba de Friedman.

La prueba Friedman anexo 4) muestra resultados y se observa evidencia estadística suficiente para afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas poblacionales de los puntajes asignados en la prueba de aceptabilidad para las pasas para el atributo consistencia dado que la significancia observada es inferior a 0.05.

- Prueba de Wilcoxon

Al analizar los promedios de los rangos (anexo 4) y los resultados de la prueba de Wilcoxon podemos concluir que la muestra 631 (T_1M) es la que cuenta con mayor aceptabilidad con respecto al atributo consistencia, dado que tiene el mayor valor promedio de rangos (2.36).

4.1.7 Análisis fisicoquímicos de las pasas de *Physalis angulata* a 55°C.

Tabla 22. Análisis fisicoquímicos de *Physalis angulata* secada a 55°C

Ensayo fisicoquímico	Resultados (%)
Humedad	14.34
Ceniza	4.37
Grasa	1.43
Proteína	5.92
Carbohidratos	73.94
Fibra total	16.77
Acidez titulable	2.24
pH	5.2
Sólidos solubles(°Brix)	39°

En la tabla 22 se pueden observar los análisis fisicoquímicos y los resultados obtenidos de las pasas de bolsa mullaca secadas a 55°C y almacenadas a 10°C luego de un periodo de 6 meses, la cual es la temperatura de secado con mayor aceptabilidad en la prueba sensorial. La humedad inicial tuvo un aumento de 13.66% a 14.34% y el pH inicial de 4 subió a un pH 5.2, el cual demuestra que la fruta deshidratada no es muy ácida.

4.1.8 Análisis microbiológicos de las pasas a partir de *Physalis angulata*.

En la tabla 23 se observan los resultados del análisis microbiológico que se realizó a las pasas de *Physalis angulata* secadas a 55°C, temperatura de secado con mayor aceptabilidad en los análisis sensoriales.

Tabla 23. Análisis microbiológicos a las pasas de *Physalis angulata* deshidratados a 55°C

Ensayo Microbiológico	NTS N° 71- MINS/DIGESA	Resultados
Mohos (UFC/g)	< 10 ²	5
Levaduras (UFC/g)	< 10 ²	<10
<i>Escherchia Coli</i> (UFC/g)	< 10	<3.0
<i>Salmonella sp</i>	Ausencia/25g	Ausencia en 25g

La tabla 23 se muestra que el tratamiento tuvo un resultado por debajo de los límites mínimos permitidos por la norma, eso nos quiere decir que el proceso nos asegura que las pasas cumplen con un producto apto para el consumo de acuerdo con la NTS N°071 del MINSA

4.1.9 Contenido de minerales de las pasas a partir de *Physalis angulata*.

Tabla 24. Resultados de minerales de *Physalis angulata* deshidratada a 55°C

COMPONENTES	RESULTADOS
Calcio	1.35 mg/100g
Magnesio	2.44 mg/100g
Hierro	ND
Fosforo	ND
Potasio	0.93 mg/100g
Zinc	ND

En la tabla 24 se observan los resultados de los minerales que se encuentran presentes en las pasas de bolsa mullaca secadas a 55°C, temperatura de secado con mayor aceptabilidad en el análisis sensorial. Los resultados muestran que las pasas contienen Calcio, Magnesio y Potasio.

4.1.10 Contenido de vitaminas de las pasas de *Physalis angulata*.

Tabla 25. Concentración y Absorbancia del β -caroteno en *Physalis angulata*

β -CAROTENO	
CON	ABS
0.2	2.734
0.18	2.527
0.16	2.314
0.14	2.115
0.12	1.964
0.1	1.807
0.08	1.603
0.06	1.367
0.04	1.113
0.02	0.857

En la tabla 25 se puede ver las concentraciones y absorbancia, para construir la curva patrón que se observa en la figura 15 donde se determinó la ecuación lineal con una $R= 0.99$, los resultados aparecen en la tabla 27, obteniendo un promedio de 8547.342873 $\mu\text{g}/100$ gr de muestra con un D_s de 84.8528137, mostrando que se tiene 8.5 mg de β -caroteno.

Figura 15. Curva patrón de β -caroteno en *Physalis angulata* (llevar arriba)

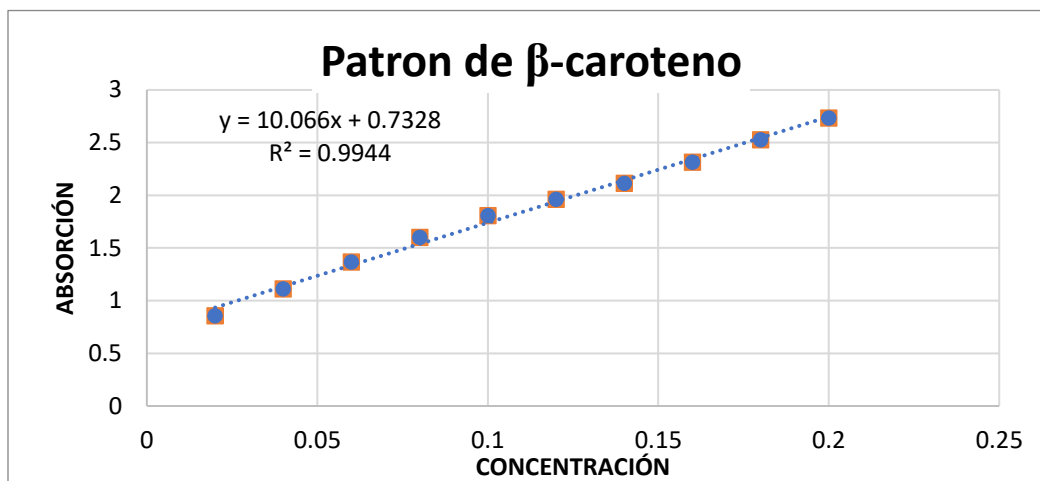


Tabla 26. Resultados de concentración y absorbancia de *Physalis angulata*

	X(CONC)	Y(ABS)		p. de muestra	ug/50 ml	ug/100 g	promedio	DS
P. MULLACA	0.42020048	0.493	0.7328	40 g / 50 ml	420.200477	8404.00954	8547.342 873	84.852 8137
P. MULLACA	0.42020048	0.493	0.7328	40 g / 50 ml	420.200477	8404.00954		
P. MULLACA	0.42620048	0.499	0.7328	40 g / 50 ml	426.200477	8524.00954		
P. MULLACA	0.43020048	0.503	0.7328	41 g / 50 ml	430.200477	8604.00954		
P. MULLACA	0.43320048	0.506	0.7328	42 g / 50 ml	433.200477	8664.00954		
P. MULLACA	0.43420048	0.507	0.7328	43 g / 50 ml	434.200477	8684.00954		

Tabla 27. Concentración y Absorbancia del Retinol en *Physalis angulata*

RETINOL (VITAMINA A)	
CON	ABS
0.1	0.464
0.15	0.572
0.2	0.694
0.25	0.818
0.3	0.971
0.35	1.073
0.4	1.152
0.45	1.212
0.5	1.323
0.55	1.488

En la tabla 27 se puede ver las concentraciones y absorbancia, para construir la curva patrón que podemos observar en la figura 16 que determinó la ecuación lineal con una R= 0.99, los resultados aparecen en la tabla 29, obteniendo un promedio de 4889.535443 µg/ 100 gr de muestra con un Ds de 98.9949494, mostrando que se tiene 4.9 mg de Vitamina A.

Figura 16. Curva de concentración y absorbancia de Retinol en *Physalis angulata*

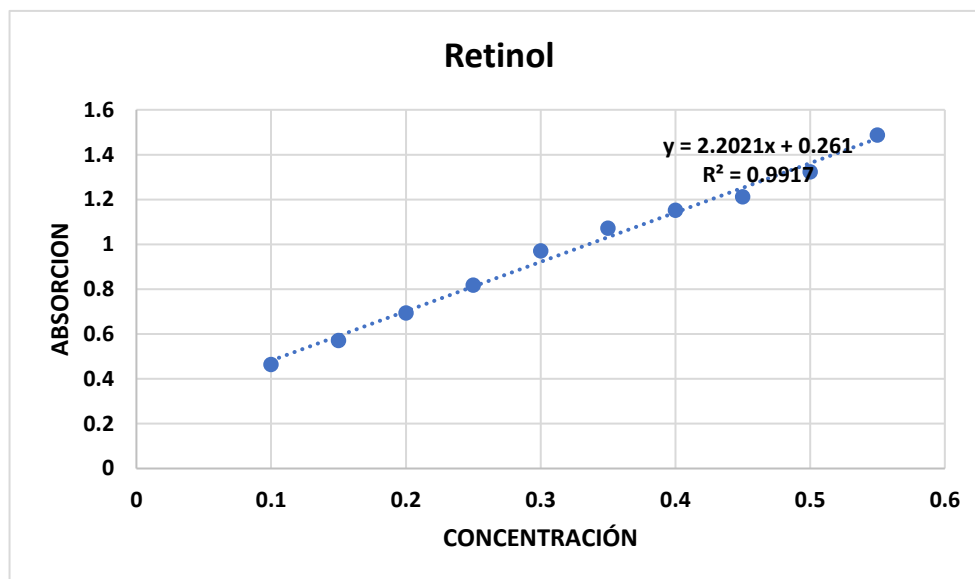


Tabla 28. Resultados de concentración y absorbancia de Retinol en *Physalis angulata*

	X(CONC)	Y(ABS)		p. de muestra	g/50 ml	g/100 g	promedio	DS
pasas de mullaca	0.23547677	0.354	0.261	40 g / 50 ml	235.476772	4709.53544	4889.53544	98.9949494
pasas de mullaca	0.23947677	0.358	0.261	40 g / 50 ml	239.476772	4789.53544		
pasas de mullaca	0.24247677	0.361	0.261	40 g / 50 ml	242.476772	4849.53544		
pasas de mullaca	0.24747677	0.366	0.261	41 g / 50 ml	247.476772	4949.53544		
pasas de mullaca	0.25047677	0.369	0.261	42 g / 50 ml	250.476772	5009.53544		
pasas de mullaca	0.25147677	0.37	0.261	43 g / 50 ml	251.476772	5029.53544		

Tabla 29. Resultados de vitaminas en *Physalis angulata* secada a 55°C.

COMPONENTES	Según DE OLIVEIRA, y otros (2011), en fruto fresco	Resultados en pasas de bolsa mullaca
Vitamina C	25.00 ± 0.461	42.20 mg/100g
Betacaroteno (provitamina A)	3.99 ± 0.030	8.547mg /100g
Retinol (Vitamina A)	-	4.889 mg /100g

En la tabla 29 se detallan los resultados del contenido de vitaminas C, A y provitamina A presentes en las pasas de bolsa mullaca secadas a 55°C. los resultados indican que las pasas tienen 42.2 mg de vitamina C en 100 gramos de pasas, que tuvo un aumento al comparar los resultados de los valores en mullaca fresca con 25.00 + 0.461 según DE OLIVEIRA y otros (2011); los resultados de β-caroteno con 8.547 mg en 100 gramos de muestra también tuvieron un aumento con respecto al fruto fresco con 3.99 + 0.030 según DE OLIVEIRA y otros (2011); y el contenido de Retinol indica 4.889 mg en 100 gramos de muestra.

4.1.11 Capacidad antioxidante de las pasas a partir de *Physalis angulata*.

Actualmente no existe una metodología oficial para la determinación de la actividad antioxidante en los alimentos de origen vegetal, teniendo en cuenta varios mecanismos antioxidantes que puedan suceder, así como la diversidad de compuestos bioactivos presentes en las matrices alimenticias. Entre las metodologías que fueron utilizadas en los estudios de frutas y vegetales, tienen un destaque las que utilizan radicales sintéticos de DPPH y ABTS+ por la facilidad de su realización y la buena correlación con otras metodologías de antioxidantes.

Los resultados obtenidos de la actividad antioxidante de las pasas de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) usando el radical DPPH fueron de un 60.9% de inhibición y 4.199 ±1.844 umolTE/g materia seca y usando el radical ABTS+ fue de 55% de inhibición y 35.039 ±1.926 umolTE/g materia seca. Para la curva padrón se utilizó Trolox y fue realizada en una concentración de 0.002 a 0.010 mg de Trolox para el radical ABTS+ y 0.005 a 0.04 masa (umol) de Trolox. Los resultados fueron expresados en porcentaje de inhibición y micro moles de equivalente Trolox por gramo de materia seca (umol TE/G materia seca).

4.1.11.1 Determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH

Se determinó la ecuación lineal para la curva patrón que se observa en las figuras 17 y 18 con una $R = 0.9734$ para Masa Trolox (μmol) y Masa Trolox (mg), los resultados aparecen en la tabla 31, obteniendo un promedio de $4.199 \mu\text{molTE/gr}$ de materia seca, con un Ds de 1.844.

Figura 17. Curva patrón de DPPH-Masa Trolox (μmol)

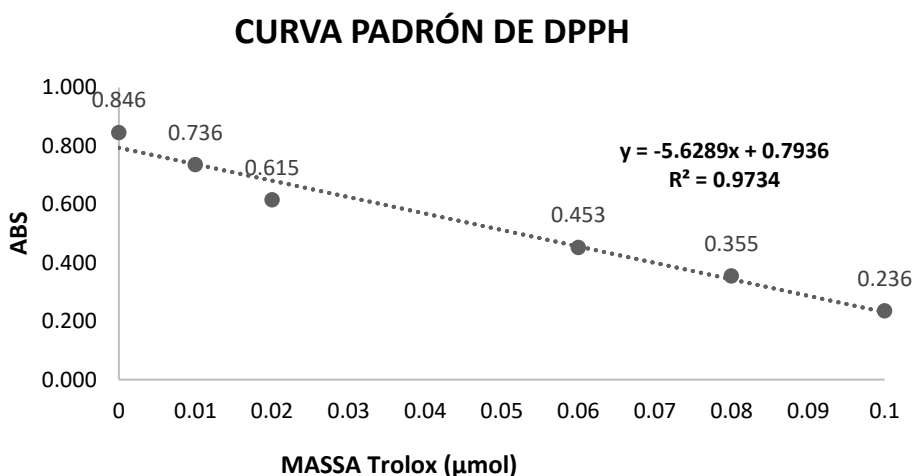


Figura 18. Curva patrón DPPH- Masa Trolox (mg)

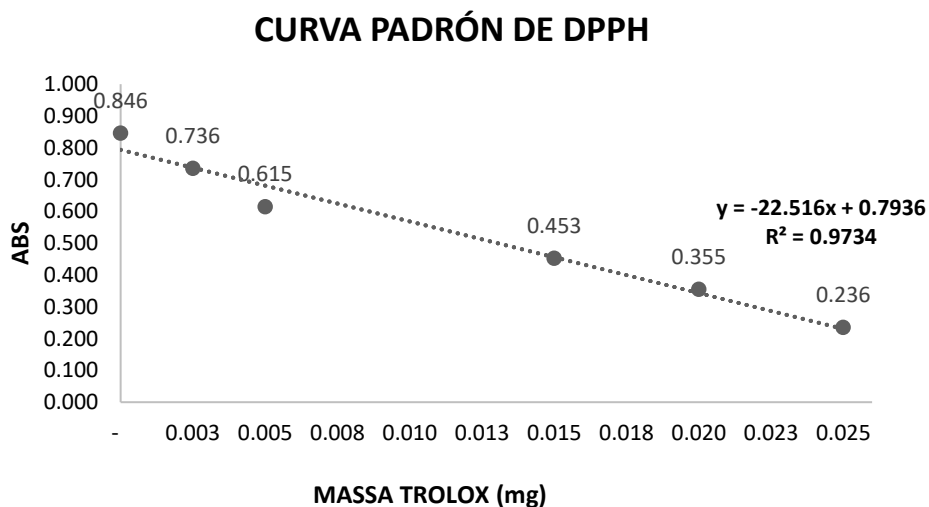


Tabla 30. Resultados de la capacidad antioxidante por el método DPPH

TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO	REPETICIÓN	PESO DE LA MUESTRA (g) a	MATERIA SECA (g) c = a* % Mat. seca	VOLUMEN AJUSTADO (mL) c	ALÍCUOTA EN EL TUBO (mL) d	LECTURA DE CONTROLES Abs.515 nm e	LECTURA DE LA MUESTRA Abs.515 nm f	% DE INHIBICIÓN Abs.515 nm g	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE μmol TE h = @	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE μmol TE/g materia seca j = i / b	MEDIA μmol TE/g materia seca	DS
MULLACA	S1	R1	0.5000	0.4600	15.00	0.500	0.832	0.266	68.029	0.094	6.113	4.199	1.844
		R2	0.5000	0.4600	15.00	0.500	0.832	0.276	66.827	0.092	5.997		
		R3	0.5000	0.4600	15.00	0.500	0.832	0.279	66.466	0.091	5.962		
		R4	0.5000	0.4600	15.00	0.500	0.832	0.291	65.024	0.089	5.823		
		R5	0.5000	0.4600	15.00	0.500	0.832	0.291	65.024	0.089	5.823		
MULLACA	S2	R1	1.0000	0.9200	15.00	0.500	0.832	0.325	60.938	0.083	2.715		
		R2	1.0000	0.9200	15.00	0.500	0.832	0.365	56.130	0.076	2.483		
		R3	1.0000	0.9200	15.00	0.500	0.832	0.375	54.928	0.074	2.425		
		R4	1.0000	0.9200	15.00	0.500	0.832	0.389	53.245	0.072	2.344		
		R5	1.0000	0.9200	15.00	0.500	0.832	0.396	52.404	0.071	2.303		

4.1.11.2 Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS

Se determinó la ecuación lineal para la curva patrón que se observa en la figura 19 y 20 con una $R = 0.9904$ para Masa Trolox (μmol) y Masa Trolox (mg), los resultados aparecen en la tabla 32, obteniendo un promedio de $35.039 \mu\text{molTE/gr}$ de materia seca, con un Ds de 1.926.

Figura 19. Curva patrón de ABTS-Masa Trolox (mg)

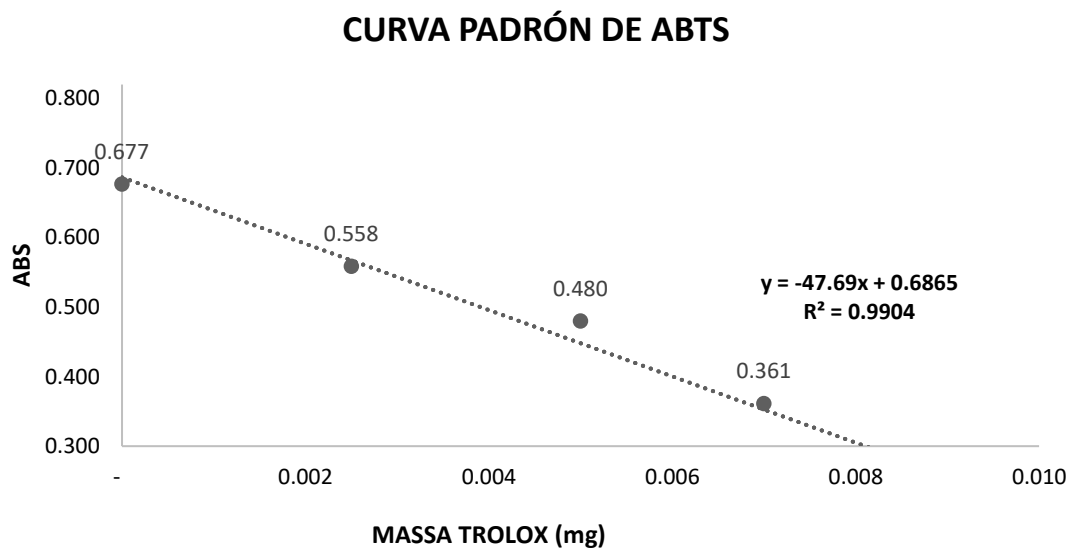


Figura 20. Curva patrón de ABTS- Masa Trolox (μmol)

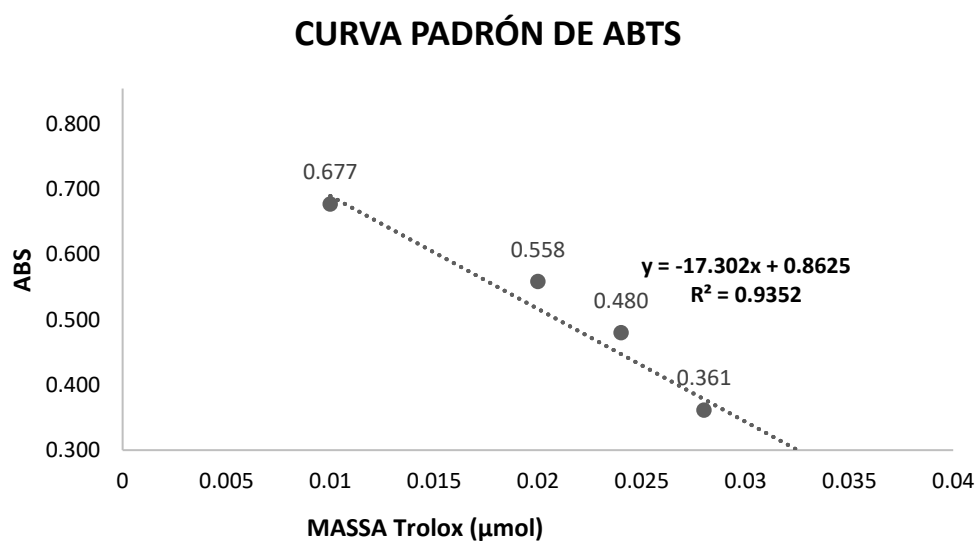


Tabla 31. Resultados de la capacidad antioxidante por el método ABTS

TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO	REPETICIÓN	PESO DE LA MUESTRA (g) a	MATERIA SECA (mg) c = a* % Mat. seca	VOLUMEN ACERTADO (mL) c	ALÍCUOTA EN EL TUBO (mL) d	LECTURA DE CONTROLES Abs.734 nm e	LECTURA DE LA MUESTRA Abs.734 nm f	%DE INHIBICIÓN Abs.734 nm g	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE μmol TE h = @	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE μmol TE/g materia seca	MEDIA μmol TE/g materia seca	DS
Mullaca	1	R1	0.5000	0.4600	15.00	0.020	0.745	0.315	57.718	0.023	37.016	35.039	1.926
		R2	0.5000	0.4600	15.00	0.020	0.745	0.319	57.181	0.023	36.879		
		R3	0.5000	0.4600	15.00	0.020	0.745	0.321	56.913	0.023	36.810		
		R4	0.5000	0.4600	15.00	0.020	0.745	0.321	56.913	0.023	36.810		
		R5	0.5000	0.4600	15.00	0.020	0.745	0.324	56.510	0.023	36.708		
Mullaca	2	R1	1.0000	0.9200	15.00	0.020	0.745	0.339	54.497	0.041	33.671		
		R2	1.0000	0.9200	15.00	0.020	0.745	0.339	54.497	0.041	33.671		
		R3	1.0000	0.9200	15.00	0.020	0.745	0.345	53.691	0.041	33.123		
		R4	1.0000	0.9200	15.00	0.020	0.745	0.349	53.154	0.040	32.758		
		R5	1.0000	0.9200	15.00	0.020	0.745	0.347	53.423	0.040	32.940		

4.1.12 Determinación de fenoles totales.

Los compuestos fenólicos presentes en las plantas y frutas son muy representativos y las frutas amazónicas evidencian mayor concentración. Las pasas a partir de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) presentaron un promedio de fenoles totales de 1.716 ± 0.266 mgGAE/g. Fue utilizado el ácido gálico para la curva padrón que se observa en la figura 21, el rango de concentración fue de 0.02 a 0.08 mg/ml.

Los resultados fueron expresados en miligramos de ácido gálico y se muestran en la tabla 32.

Figura 21. Curva padrón de compuestos fenólicos

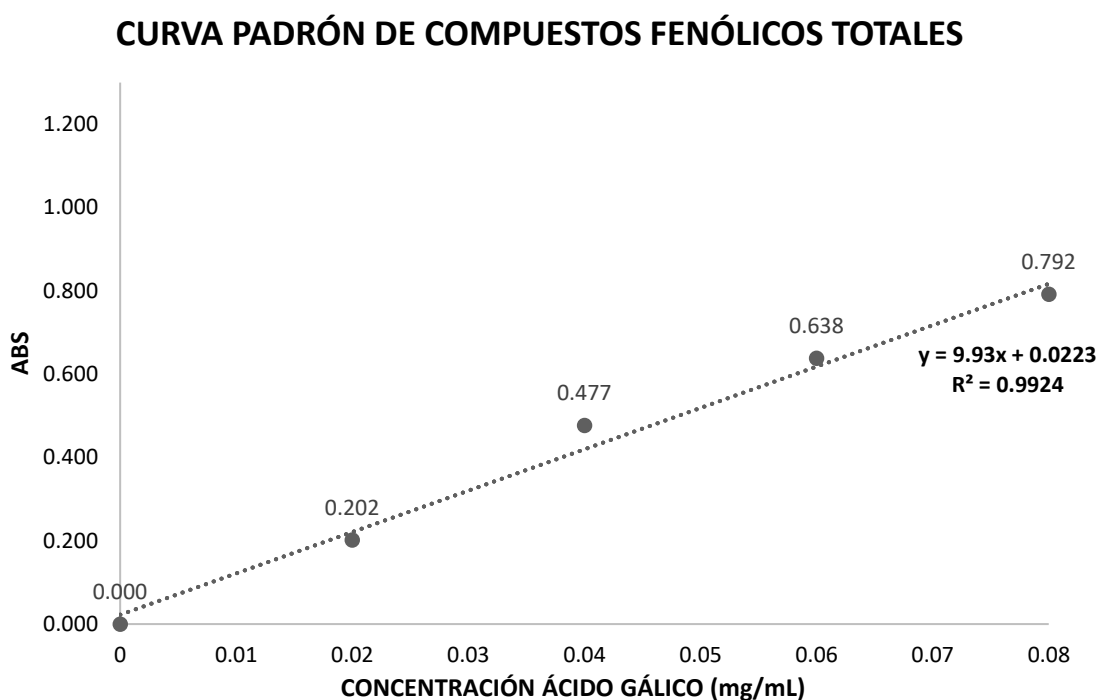


Tabla 32. Resultados de Fenoles totales en *Physalis angulata*.

CÓDIGO	REPETICIÓN	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA	MATERIA SECA	VOLUMEN ACERTADO	ALICUOTA EN EL TUBO	LECTURA EN EL EQUIPO	CONCENTRACIÓN FT	CONCENTRACIÓN FT	CONCENTRACIÓN FT	CONCENTRACIÓN FT	CONCENTRACIÓN FT	CONCENTRACIÓN FT	MEDIA FT	DS
		(g)	(mg)	(mg)	(mL)	(mL)	Abs.765 nm	mgGAE/mL	mgGAE	mgGAE/mg materia seca	mgGAE/g materia seca	mgGAE/100g materia seca	gGAE/100g materia seca	mgGAE/g materia seca	
		a	b = a*1000	c = a* % Mat. seca	d	e	f	g = @	h=g*d	i = h / c	j = i * 1000	k = j * 100	L = k/1000		
Mullaca a	R1	0.3000	300.00	276.00	10.00	0.200	0.472	0.045	0.453	0.002	1.641	164.083	0.164	1.716	0.266
	R2	0.3000	300.00	276.00	10.00	0.200	0.560	0.054	0.541	0.002	1.962	196.192	0.196		
	R3	0.3000	300.00	276.00	10.00	0.200	0.573	0.055	0.555	0.002	2.009	200.936	0.201		
	R4	0.3000	300.00	276.00	10.00	0.200	0.576	0.056	0.558	0.002	2.020	202.030	0.202		
	R5	0.3000	300.00	276.00	10.00	0.200	0.576	0.056	0.558	0.002	2.020	202.030	0.202		
Mullaca b	R1	0.5000	500.00	460.00	15.00	0.200	0.426	0.041	0.610	0.001	1.326	132.569	0.133		
	R2	0.5000	500.00	460.00	15.00	0.200	0.445	0.043	0.639	0.001	1.388	138.809	0.139		
	R3	0.5000	500.00	460.00	15.00	0.200	0.509	0.049	0.735	0.002	1.598	159.825	0.160		
	R4	0.5000	500.00	460.00	15.00	0.200	0.507	0.049	0.732	0.002	1.592	159.169	0.159		
	R5	0.5000	500.00	460.00	15.00	0.200	0.511	0.049	0.738	0.002	1.605	160.482	0.160		

4.1.13 Análisis de tiempo de vida útil de las pasas de *Physalis angulata*.

- Cálculo predictivo del tiempo de vida útil de *Physalis angulata*.

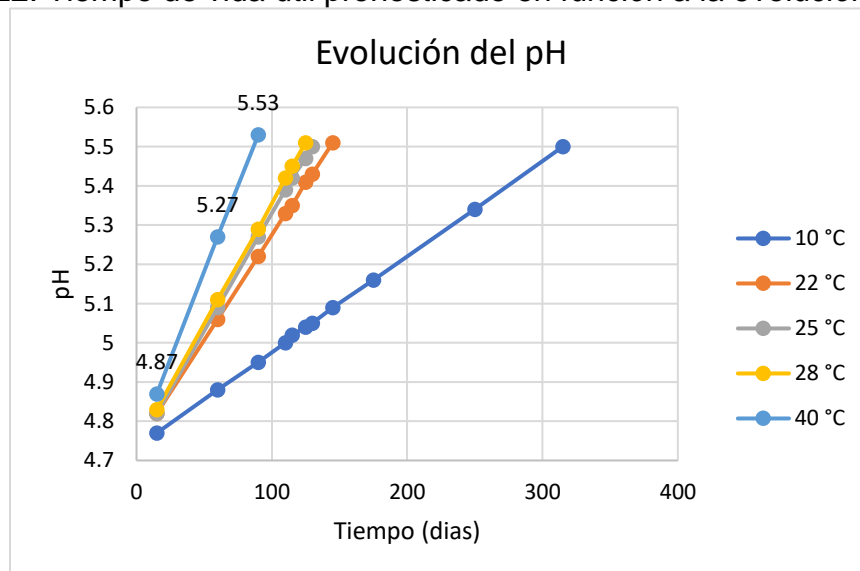
Tabla 33. Análisis de pH para tiempo de vida útil

Tiempo (días)	T 22 °C	T 25 °C	T 28°C
	pH	pH	pH
15	4.83	4.8	4.72
30	4.9	4.96	4.88
45	5	5.12	5.02
60	5.1	5.15	5.12
75	5.18	5.23	5.15
90	5.2	5.25	5.23

Tabla 34. Tiempo de vida pronosticado en función del pH

Tiempo (días)	Temperatura (°C)				
	10	22	25	28	40
15	4.77	4.82	4.82	4.83	4.87
60	4.88	5.06	5.09	5.11	5.27
90	4.95	5.22	5.27	5.29	5.53
110	5	5.33	5.39	5.42	
115	5.02	5.35	5.42	5.45	
125	5.04	5.41	5.47	5.51	
130	5.05	5.43	5.5		
145	5.09	5.51			
175	5.16				
250	5.34				
315	5.5				

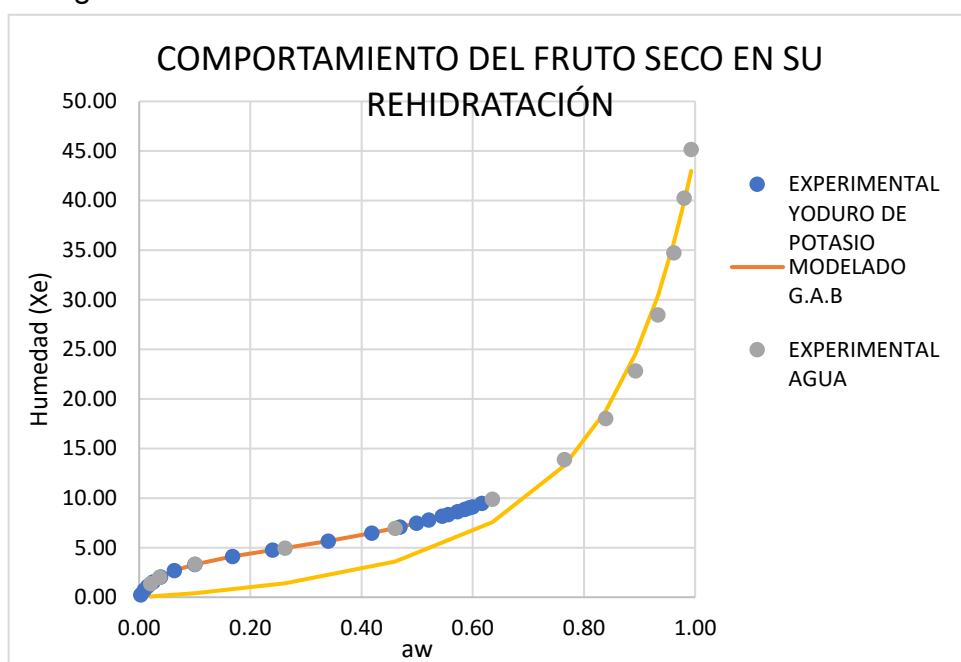
Figura 22. Tiempo de vida útil pronosticado en función a la evolución del pH



En la tabla 34 y la figura 22 se observa la evolución de la vida útil con respecto al pH y temperatura, se detalla también que existe una mayor probabilidad de vida a menor temperatura de almacenamiento, teniendo como resultado final que el tiempo de vida útil de las pasas de bolsa mullaca es de aproximadamente 315 días a 10°C de almacenamiento, 145 días a 22°C y 128 días a 28°C de almacenamiento que es un ambiente que no requiere refrigeración. Ver anexos.

4.1.14 Realización de las isothermas de absorción de pasas de *Physalis angulata*.

Figura 23. Isothermas de GAB con dos elementos humectantes



La figura 23 nos muestra que el modelo matemático de GAB representa muy bien el comportamiento del fruto seco en su proceso de rehidratación. El agua como agente humectante permite su absorción más rápidamente por el fruto seco llegando a tener una actividad de agua (a_w) igual a 1, mientras que el Yodura de potasio tiene un comportamiento más lento en su proceso de absorción por la fruta seca pero la ecuación de GAB lo representa muy apropiadamente.

4.1.15 Balance de Materia y energía del secado en bandejas de *Physalis angulata*.

- Balance de Materia:

En la tabla 35 se muestra el balance de materia que se realizó a las pasas de bolsa mullaca, se puede observar que la fruta fresca con cáscara tiene un valor inicial de 16.635 Kg, se retiró la cáscara y el peso de ésta, más la fruta que se encontraba malograda (golpeada, podrida, etc) tuvo un valor de 4.135 Kg, finalmente la fruta sin cáscara y lista para el secado tuvo un valor de 12.5 Kg, para finalmente luego de ser secada obtener un valor de 2.97 Kg.

Tabla 35. Balance de Materia para el secado de *Physalis angulata*.

Materia prima	Fruta con cáscara (kg)	Fruta sin cáscara (kg)	Fruta malograda más cáscara. Merma 24.86 % (kg)	Fruta lista para secado 75.14% (kg)	Secado. Agua evaporada (76.24%) (kg)	Rendimiento de 17.85% (kg) en base al total de fruta.
<i>Physalis angulata</i> (Bolsa mullaca)	16.635	12.5	4.135	12.5	9.53	2.97

- Fenomenología del aire durante el proceso de secado.

Tabla 36. Fenomenología del aire durante el proceso de secado

V.A	T°	ρ gas	G	(de) cal	N° Re
(m/s)	(°C)	(kg/m ³)	(kg/m ² s)	(m)	
5.0	55	1.06898508	5.344925402	0.0366	9870.591694
5.0	60	1.052934253	5.264671267	0.0366	9613.443549
5.0	65	1.037358303	5.186791515	0.0366	9368.588943

Los resultados obtenidos en la tabla 36 fueron calculados mediante fórmulas sugeridas por (Treybal, 1981), considerando el valor del número de Reynolds que no llega a 22000 que es el valor máximo para la correcta aplicación de las fórmulas sugeridas en la literatura. La densidad del gas es influida por la temperatura lo cual hace que el número de Reynolds disminuya y ocasiona que se vuelva más denso limitando con ello la libre circulación del aire. Observando los valores del flujo másico (G) se establece que su valor disminuye con el aumento de la temperatura, esto se debe a que el aire circulante al ser más denso es más difícil de circular.

- **Balance energético de los coeficientes de transferencia de calor dentro del horno secador de bandejas.**

Tabla 37. Coeficientes globales de transferencia de calor

T(°C)	hc(w/m ² k)	hR (w/m ² k)	Uk (w/m ² k)
55	50.5885	7.0317	9.659991
60	50.0480	7.2013	9.8585
65	49.5212	7.3745	10.1895

En la tabla 37 se muestran los valores obtenidos a las temperaturas de funcionamiento del equipo secador de bandejas en el que se aprecia los valores de los coeficientes de transferencia son similares debido a que están relacionados con el flujo másico (G) y la viscosidad (μ) del aire, que se diferencian muy poco debido al poco rango de incremento de la temperatura. Los valores energéticos se evidencian mucho más en el siguiente cuadro.

- **Balance energético requerido dentro del horno secador de bandejas.**

Tabla 38. Balance energético dentro del horno secador

T(°C)	qc	qR (w/m ² k)	qk (w/m ² k)	qT (w/m ² k)
55	860.0046	119.5394	164.2194	1143.76
60	1101.05	158.4306	216.8880	1476.37
65	1337.0732	199.1137	275.1177	1811.30

Se aprecia en la tabla 38 todos los valores calculados, como el calor por convección (qc), calor por radiación (qR) y el calor por conducción (qK) presentan incrementos en sus valores, esto se debe principalmente a que están directamente relacionados con la temperatura de funcionamiento del horno secador, también influye el material con que están hechos las bandejas que es una aleación de aluminio con acero a lo que le confiere una alta conductividad térmica transfiriendo eficazmente el calor convectivo del aire secado y el calor radiante hacia *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) que se encuentra sobre su superficie para su deshidratación.

Se percibe claramente este incremento de energía en cada una de las evaluaciones de transferencia de calor, en la transferencia de calor por convección (q_c) evaluado entre las temperaturas 55°C y 65°C se registra un aumento del 155.4%, transferencia de calor por radiación (q_R) evaluado entre las temperaturas de 55°C y 65°C se registra un aumento de 166.5 % y en la transferencia de calor por conducción (q_K) evaluado entre las temperaturas 55°C y 65°C se registra un aumento del 167.5%, finalmente el requerimiento total de calor se incrementa en 158.3%, se puede concluir que al aumentar la temperatura de funcionamiento mayor será la transferencia de calor en cada una de sus transferencias.

- **Costo del consumo de energía para el funcionamiento del horno secador de bandejas**

Tabla 39. Costo del consumo de energía

	Consumo /día (S/.)	Consumo /semana (S/.)	Consumo /mes (S/.)
HORNO SECADOR DE BANDEJAS (55 °C)	45.30	271.81	1087.24
HORNO SECADOR DE BANDEJAS (60 °C)	72.85	437.08	1748.31
HORNO SECADOR DE BANDEJAS (65 °C)	78.30	469.79	1879.17
COSTO TOTAL	196.45	1178.68	4714.72

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Cómo referencia se ha tomado investigaciones del deshidratado de *Physalis peruviana* (Aguaymanto, Uvilla, etc.), ya que ésta fruta es de la misma familia y género por ende las características se asemejan más a la fruta estudiada en este proyecto.

El promedio del diámetro de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) es de 1.05 ± 0.17 cm en el tamaño pequeño, 1.38 ± 0.16 en el tamaño mediano y en el tamaño grande 1.72 ± 0.18 cm, para ello evaluamos 50 unidades de cada tamaño al igual que lo realizado por PONCE y otros (2014) con los frutos de *Physalis peruviana* que tuvo un promedio general de diámetro de 1.9960 ± 0.16 , lo cual nos muestra que el diámetro de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca) es menor comparando con la *physalis peruviana* (Aguaymanto).

Se realizó el secado en bandejas a tres temperaturas (55,60 y 65°C) a comparación de lo observado por PONCE y otros (2014) quienes realizaron el secado en bandejas a temperaturas de 50°C,55°C y 60°C, por otro lado, JUNTAMAY (2010) realizó el secado en bandejas a temperaturas de 60°C, 70°C y 80°C. Los resultados reflejados en las figuras 8, 9 y 10 muestran que el tiempo de secado es independiente del tamaño de la fruta. En la figura 8 se muestra el secado a 55°C, el cual presenta un comportamiento lento al principio y a medida que pasa el tiempo se estabiliza, para finalmente estabilizarse a un tiempo de secado. La figura 9 nos muestra el secado a 60°C, en esta temperatura de secado se observa un comportamiento más estable ya que los tiempos de secado son parecidos independientemente del tamaño de la fruta. Por otro lado, tenemos a la temperatura de secado de 65°C, el cual en la figura 10 muestra que el tiempo de secado es menor y que el tamaño pequeño de la fruta puede llegar a quemarse, además de presentar costras externas en los tres tamaños, el cual es indicativo de que la temperatura deshidrata primero la parte externa de la fruta impidiendo un secado uniforme en toda fruta.

En la tabla 13 se muestran los resultados de humedad con 81.63% de la Bolsa mullaca en estado fresco y es mayor el porcentaje comparado a lo de PONCE y otros (2014) quien obtuvo un porcentaje de 80.74%, igualmente sucede con el porcentaje de ceniza de 1.51% que fue mayor a los resultados obtenidos por el autor antes mencionado ya que obtuvo 0.69%. Sin embargo, el valor de grasas es de 0.11% que es menor que el resultado reportado por PONCE y otros (2014) de 0.32% al igual que el valor de proteínas de 1.53% comparado con 1.86%. Para el contenido de carbohidratos tenemos que PONCE y otros (2014) obtuvo 14.25%, valor menor al de Bolsa mullaca con 15.22%. En el caso de pH de la Bolsa mullaca presenta un valor de 4.9, el cuál es un valor más alcalino que el reportado por PONCE, y otros (2014) de 3.59, en el caso de acidez titulable se obtuvo un valor de 0.49% mientras que el autor antes mencionado obtuvo un valor de 0.09% y en el caso de Solidos solubles se obtuvo un valor de 13°Brix mientras que el autor antes mencionado obtuvo un resultado mayor de 14.7°Brix.

De las temperaturas de secado en bandejas (55, 60 y 65°C) la seleccionada fue la de 55°C mediante un análisis sensorial, el cual en la tabla 15, las pasas de *Physalis angulata* mostraron un contenido de humedad inicial de 13.66% con un incremento de humedad después de 6 meses a 14.34% que es un mayor porcentaje comparado a lo de PONCE, y otros (2014) quien obtuvo un porcentaje de 11.55% a la misma temperatura de secado, igualmente sucede con el porcentaje de ceniza 4.37% que fue mayor a los resultados obtenidos por el autor antes mencionado ya que obtuvo 3.17%. Sin embargo, el valor de grasas fue de 1.43% es menor que el resultado reportado por PONCE y otros (2014) de 1.47% al igual que el valor de proteínas es 5.92% comparado con 8.54%. Para el contenido de carbohidratos tenemos que PONCE y otros (2014) obtuvo 65.44%, valor menor al de *Physalis angulata* con 73.94% al igual que el caso de la fibra total de 9.83% comparado con 16.77%. En el caso de pH *Physalis angulata* presenta un valor de 5.2%, el cuál es un valor más alcalino que el reportado por PONCE y otros (2014) de 3.94%, en el caso de acidez titulable se obtuvo un valor de 2.24% mientras que el autor antes mencionado obtuvo un valor de 0.113% y en el caso de Solidos solubles se obtuvo un valor de 39°Brix mientras que el autor antes mencionado obtuvo un resultado mayor de 58.7°Brix.

En la tabla 24 se observan los resultados de los minerales que se encuentran en las pasas de bolsa mullaca deshidratadas a 55°C, los cuales nos indican que las pasas contienen Calcio con 1.35mg/100g de pasas, Magnesio con 2.44mg/100g de pasas y Potasio con 0.93mg/100g de pasas, mostrando que las pasas tienen un aporte de minerales al momento de ser consumidas, no existen estudios del contenido de minerales en bolsa mullaca.

El contenido de vitamina C, A y provitamina A en las pasas deshidratadas a 55°C son detallados en la tabla 29, los resultados indican que las pasas tienen 42.2 mg de vitamina C en 100 gramos de pasas, comparando los resultados de los valores en mullaca fresca con 25.00 + 0.461 según DE OLIVEIRA y otros (2011) hubo un incremento después del proceso de deshidratado; los resultados de β -caroteno con 8.547 mg en 100 gramos de muestra también muestran un aumento con respecto al fruto fresco con 3.99 + 0.030 según DE OLIVEIRA y otros (2011); y el contenido de Retinol indica 4.889 mg en 100 gramos de muestra.

El tiempo de vida útil de las pasas de Bolsa mullaca es de 315 días almacenadas a 10°C y 128 días a 28°C lo cual no necesita refrigeración pero el tiempo de vida útil es menor, lo cual se puede ver en la figura 22 que, a menor temperatura de almacenamiento, mayor tiempo de vida, sin embargo, no se conoce o no se puede comparar ya que es la primera vez que se hizo esta pasas a partir de *Physalis angulata*, además se conoce por teoría de que las temperaturas a partir de los 32°C los microorganismos se reproducen con más facilidad.

Los resultados obtenidos de las pasas deshidratadas a 55°C mostraron que la actividad antioxidante usando el radical DPPH obtuvo un 60.9% de inhibición y 4.199 \pm 0.0125 μ molTE/g materia seca y usando el radical ABTS+ fue de 55% de inhibición, y 35.039 \pm 1.926 μ molTE/g materia seca. Comparado con los resultados obtenidos por (PONCE, y otros, 2014) de 2.40 \pm 1.844 μ molTE/g materia seca realizados a las muestras de *Physalis peruviana* secada a 55°C, el resultado del contenido de fenoles totales es de 1.716 (\pm 0.266) mgGAE/g. comparado con los resultados de PONCE y otros (2014) que obtuvieron 3.50 (\pm 0.489) mgGAE/g. En ambos casos se presenta un porcentaje de inhibición mayor al 50% que es el mínimo requerido según los autores TOVAR (2013) y ROSALES y otros (2006) Sin embargo, existe una diferencia en las capturas de los diferentes métodos.

CONCLUSIONES:

Los parámetros tecnológicos para la obtención de pasas de *Physalis angulata* (bolsa mullaca) a 55°C, con velocidad de secado constante de 5m/s y 27.5 horas fue el más aceptado por jueces semi entrenados y que por análisis fisicoquímicos y microbiológicos pueden ser consumidos ya que es altamente nutritivo y con una capacidad antioxidante moderada y que puede ser consumido por el ser humano.

Los análisis proximales demuestran que las temperaturas no afectan significativamente en la composición energética y nutricional de las pasas de *Physalis angulata* (bolsa mullaca) a 55°C, existiendo diferencias del tiempo de deshidratado entre 4 a 7 horas por los tamaños respectivamente.

El rendimiento de los frutos para realizar pasas de bolsa mullaca es de 17.85% y se pierde un promedio 24.86% entre la cascara y fruta en mal estado y 57.29% en la eliminación de agua.

El almacenamiento más estable para las pasas de bolsa mullaca ambiente refrigerado a 10 °C en donde adquiere una estabilidad de 315 días de acuerdo con el análisis de pH y GAB.

La bolsa mullaca contiene compuestos como los Witanolidos, Carotenoides y Fisalinas, lo cual lo hace una fruta altamente nutritiva con propiedades y beneficios antiinflamatorios, diuréticos, enfermedades crónico degenerativas, cáncer, etc., después del proceso de deshidratado nuestras pasas conservan dichos compuestos y beneficios teniendo una gran importancia su consumo al ser un alimento funcional en la salud del consumidor.

RECOMENDACIONES:

- Seguir realizando estudios de conservación de materias primas alimentarias amazónicas para contribuir con nuevas tecnologías como alternativa de desarrollo de nuestra región.
- Realizar estudios de ingeniería, económicos y como alimentos funcionales de la *Physalis angulata*.
- La materia prima amazónica contiene compuestos bioactivos que necesitan ser investigados y presentados como alimentos funcionales.
- Realizar un estudio sobre la comercialización y la rentabilidad en la producción de pasas a partir de bolsa mullaca.
- Realizar estudios de pasas a partir de *Physalis angulata* usando el método de secado de lecho fluidizado.
- Realizar estudios de costos sobre la producción tecnológica e industrial de pasas de *Physalis angulata*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABRIL, J. y CASP, P. 1999.** Procesos de Conservacion de Alimentos. s.l. : MundiPrensa, 1999, págs. 354-396.
- ANZALDUA, A. 1994.** *La evaluacion sensorial de los alimentos en la teoria y la practica.* zaragoza : Editorial Acribia S.A., 1994.
- AOAC, I. 1990.** AOAC, I. *official methods of Analysis (volumen 1).* 1990. Vol. I, 771.
- ARAYA-FARIAS, M. y RATTI, C. 2009.** Dehydration of foods: General Concepts. *En Advances in Food Dehydration (págs. 2-32).* New York: Taylor and Francis Group. : s.n., 2009.
- AREDO, Victor, y otros. 2012.** Comporación entre el secado convectivo y osmoconvectivo en la perdida de vitamina C de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) con y sin pre-tratamiento de NaOH. [aut. libro] Victor Aredo, y otros. *Agroindustrial Science.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2012, Vol. 2.
- ARMENTEROS, M., y otros. 2012.** *Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos.* s.l. : Eurocarne, 2012. 63-73.
- BALASUNDRAM, N. 2006.** Phenolic compounds in plants and agroindustrial by-products: antioxidant activity, occurrence and potential uses. *Food Chemistry.* 2006. Vol. 99 (1), págs. 191-203.
- BASEY, K., MCGAW, B. y WOOLLEY, J. 1992.** Phygrine, an alkaloid from *Physalis* species. *Rev Phytochemistry.* 1992. págs. 4173-4176.
- BERK, Z. 2009.** *Food Process Engineering and Technology first edition.* 2009.
- . **2013.** *Food Process Engineering Food Process Engineering.* United States of America : Elsevier, 2013.
- BRAVO, K. y NAVAS, A. y OSORIO, E. 2014.** *Physalis peruviana L.: FRUTA ANDINA PARA EL MUNDO. Propiedades antioxidantes de la uchuva (Physalis peruviana L.): efecto del desarrollo y maduración.* [En línea] 2014. [Citado el: 2022 de marzo de 17.] https://issuu.com/nisanga/docs/physalis_peruviana_l.fruta_andina_p.
- BRENNAN, J. C., y otros. 1980.** Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Zaragoza : Acribia, 1980.
- CABASCANGO, Omar. 2019.** *Evaluación del efecto de tres metodos de secado sobre la actividad antioxidante y fenoles totales de la uvilla (Physalis angulata L.).* Ibarra-Ecuador : Universidad Tecnica del Norte, 2019.
- CEBALLOS, E. J. 2012.** Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Temas selectos de ingeniería de alimentos, 6(1), 98 - 110.* [En línea] 2012. [Citado

el: 10 de marzo de 2022.] [http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Ceballos-Ortizet-al-2012.pdf](http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Ceballos-Ortizet-al-2012.pdf).

CELIK, H., y otros. 2008. *Phytochemical accumulation and antioxidant capacity at tour maturity stages of cranberry fruit.* s.l. : Scientia Horticulturae, 2008. 345-348.

CERON, E. y GUERRERO, O. 2015. *Diseño y construcción de una secadora hibrida de alimentos en hojuelas para peces de acuario, que opere con energía solar y eléctrica (Tesis pregrado).* s.l. : Universidad Politécnica Nacional, Quito., 2015.

CHIANG, H. y JAW, S. y CHEN, C. 1992. Effects of Physalin B and Physalin F on Various Human Leukemia Cells in vitro. 1992. 1155 - 1162., págs. 1115 - 1116. 12 (3).

COELHO, FERREIRA M. 2009. Medicinal knowledge and plant utilization in an Amazonian coastal community of Marudá, Pará State (Brazil). s.l. : Journal Ethnopharmacol, 2009, págs. 159 - 175.

COLINA, M. L. 2010. Deshidratación de Alimentos. 1ra. Mexico : Trillas, 2010, págs. 39,139,165.

CUVELIER, M. E. y BERSET, C. 1995. *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity.* s.l. : vol. 30, 1995. 25-30.

DE OLIVEIRA, Jhonatt Allan Rocha y et, al. 2011. Caracterização física, fisicoquímica e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata*). 2011, Vol. 5, 2.

EIASA. 2018. *Fruta deshidratada.* s.l. : XVII encuentro nacional de alimentación y desarrollo comunitario, 2018.

FERNANDES, V., y otros. 2009. Plantas da Amazônia para Produção Cosmética. s.l. : Projeto ITTO PD 31/99 Rev, 2009.

FITO, P., ANDRES, A. y BARAT, J. y ALBORS, A. 2001. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. [En línea] 2001. [Citado el: 17 de marzo de 2022.] <https://es.scribd.com/document/357041661/introduccion-al-secado-dealimentos-por-aire-caliente-pdf>.

GARCIA, A. 2005. Evaluación in vitro e in vivo de la funcionalidad de un producto rico en antioxidantes. Tesis doctoral Europea. Facultad de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. s.l., España : Universidad de Murcia, 2005.

GAVIRIA, MONTOYA Carlos, y otros. 2009. Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.* [En línea] 6 de noviembre de 2009. [Citado el: 17 de Marzo de 2022.] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85617461007>. 0717-7917.

GUTIÉRRES, D. y ORTIZ, C. y MENDOZA, A. 2008. Medición de fenoles y actividad antioxidante en malezas usadas para alimentación animal. *Memorias del Simposio de Metrología. Universidad Autónoma de Querétaro.* [En línea] 2008. [Citado el: 2022 de marzo de 17.] https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/M2/SM2008M220-1108.pdf.

HELDMAN, D.R. y SINGH, R.P. 1998. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Zaragoza : Acribia S.A, 1998, págs. 463-468.

IMET. 1997. [aut. libro] Instituto de medicina tradicional. "*Plantas medicinales de la amazonia peruana utilizada por curanderos y chamanes con fines anticonceptivos*". IQUITOS : s.n., 1997, pág. 79 Y 95.

JIMÉNEZ, A. M. y SÁNCHEZ, M. y MARTÍNEZ, M. M. 2012. OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO CAPTACIÓN DEL RADICAL 2,2-DIFENIL-1PICRILHIDRAZILO (DPPH) PARA EVALUAR ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN BEBIDA DE CAFÉ. *Anales de Veterinaria de Murcia.* [En línea] 2012. [Citado el: 17 de marzo de 2022.] doi:<http://dx.doi.org/10.6018/j/188731>.

JUNTAMAY, T. 2010. Evaluación nutricional de la uvilla (*Physalis peruviana L.*) Deshidratada, a tres temperaturas mediante un deshidratador de bandejas. s.l. : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., 2010.

LEYVA, D. 2009. Determinación de antocianinas, fenoles y actividad antioxidante de Licores y Fruto de Moras. s.l. : Universidad de Mexico, 2009.

LIM, T.T. y LIM, J.J. 2007. Tee, Antioxidant properties of several tropical fruits. A comparative study, *Food Chemistry.* 2007. Vol. 103, 3, págs. 1003-1008.

LONDOÑO, Londoño Julián. 2012. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. *Grupo de investigación en ingeniería de alimentos GRIAL.* [En línea] 29 de marzo de 2012. [Citado el: 17 de marzo de 2022.] <http://hdl.handle.net/10567/133.978-958-8406-14-5>.

LOPEZ, CINTRÓN Julio Roberto. 1999. Uso integral del falso fruto del marañón (*anacardium occidentale L.*) en la elaboración de pasas y vino con niveles reducidos de taninos. *Proyecto especial del programa de Ingeniero Agronomo.* s.l., Honduras : Zamorano, 1999. pág. 70.

LUZAKIBANZA, M., y otros. 2010. In vitro and in vivo antimalarial and cytotoxic activity of five plants used in congolese traditional medicine. *Jou. Ethnopharm.* 2010, págs. 398 - 402.

MARTINES, V. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenolicos de la dieta. 2000. Vol. 50 (1), págs. 5 - 18.

MINAGRI. 2006. [En línea] 2006. [Citado el: 24 de SETIEMBRE de 2020.] <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/BOLSAMULLACA.pdf>.

MOLYNEUX, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl. *Songklanakarín J. Sci. Technol*, 26(2), 211-219. [En línea] 2004. [Citado el: 17 de Marzo de 2022.] https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44205041/07DPPH_1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1511991335&Signature=V0SLLTgxWw78vYLj2b16%2BIJ6bvc%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DThe_use_of_the_stable_free_radi.

MORANTE, Silupo Ana Sofia. 2017. *Evaluación de los parámetros adecuados en el deshidratado de aguaymanto (Physalis peruviana) para ser recubierto con chocolate.* Piura : Universidad Nacional de Piura, 2017.

NEE, M. Instituto Nacional de investigación sobre recursos bióticos. Solanaceae I, Fascículo. 1986. 68 – 72, s.l. : Flora de Veracruz, 1986. 49 (4).

PALENCIA, M. Y. 2002. Que son los alimentos funcionales. s.l. : Universidad de Zaragoza, 2002.

—. **2000.** Sustancias Bioactivas en los Alimentos. España : Universidad de Zaragoza, 2000.

PEÑAFIEL, Y. 2017. *Evaluación del efecto del método químico (Eritorbato de sodio), Físico (Escaldado), y el proceso de secado sobre el pardeamiento enzimático y no enzimático de plátano (Musa acuminata) a rebanados.* Ibarra : Universidad Técnica del Norte, Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales, 2017.

POKORNY, J. y YANISHLIEVA, N. y GORDON, M. 2001. *Antioxidants in food.* Cambridge: CRC. 2001.

POKORNY, J., YANISHLIEVA, N. y GORDON, M. 2001. Antioxidante en los alimentos. *Aplicaciones en los Alimentos.* Zaragoza : Acribia, 2001.

PONCE, Arnold y RODRIGUEZ, Franco. 2014. Evaluación del efecto de secado en los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Tarma : Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Aplicadas, 2014.

RATTI, C. 2008. *Advances in Food Dehydration.* s.l. : Boca Ratón: CRC Press., 2008.

REATEGUI, Paola y RAMIRES, Jeann. 2014. *Actividad antioxidante In vitro, determinación de polifenoles totales de raíz de Physalis angulata L. (bolsa mullaca), Iquitos-2013.* Iquitos-Perú : Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2014.

- RENGIFO, E. y VARGAS, G. 2013.** *Physalis angulata L. (Bolsa Mullaca). A Review of its Traditional Uses, Chemistry and Pharmacology.* 2013, págs. 431 – 445.
- ROSALES, M. y PEREZ, M. 2006.** *Propiedades antirradicales libres y antibacterianas de extractos de corteza de pino.* . s.l. : Maderas y Vinos , 2006. 12(1): 37- 49.
- RUIZ, L., y otros. 2011.** Plants used by native Amazonian groups fom the Nanay River (Perú) for the treatment of malaria. s.l. : Jou. Ethnopharm, 2011, págs. 917 - 921.
- SANTOS, G. y SORIANO, J. 2006.** *Nutricion Basica Humana.* s.l. : Universidad de Valencia, 2006.
- SENDTER, O. 1846.** Solanaceae in: Martius Flora Brasiliensis . [En línea] 1846. [Citado el: 16 de FEBRERO de 2008.] <http://fl.orabrasiliensis.cria.org.br/fviewer>.
- SHAHIDI, F. y HO, C. 2007.** *Antioxidant Measurement and Applications: An Overview.* s.l. : ACS Symposium Series, 956, 2-7., 2007. doi:10.1021/bk-20070956.ch001.
- SINGH, P. H. 2009.** *Introducción a la ingeniería de los alimentos Segunda edición.* Zaragoza , España : Acribia S.A., 2009.
- TELLO, Cisneros Segundo Orlando. 2018.** *Densidades de siembra y su efecto sobre las características agronomicas y el rendimiento de biomasa de physalis angulata L.,fundo Zungarococha, (Distrito de San Juan Bautista) 2017.* Iquitos : Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2018.
- TERAN, Alex Fabian. 2014.** *Proceso para obtencion de pasas de tomate cherry.* Quito : Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingenieria Quimica,Carrera de Ingenieria Quimica, 2014.
- TOVAR, J. 2013.** *Determinacion de la actividad antioxidante por DPPH Y ABTS de 30 plantas recolectados en la ecoregion cafetera.* Colombia : Facultad de tecnologia - universidad tecnologica de Pereira, 2013. 150 p.
- VALERO, Y., COLINA, J. y INEICHEN, E. 2012.** Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4). [En línea] 2012. <http://www.scielo.org.ve/pdf/alan/v62n4/art07.pdf>.
- VÁSQUEZ, Á., y otros. 2007.** ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO TOTAL DE FENOLES DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *Salvia aratocensis*, *Salvia Sochensis*, *Bidens reptans* y *Montanoa ovalifolia*. *Scientia et Technica Año XIII.* [En línea] 2007. doi:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.6109>.
- VEGA, A., ANDRÉS, A. y FITO, P. 2005.** Modelado de la Cinética de Secado del Pimiento Rojo (*Capsicum annuum L. cv Lamuyo*). *Información Tecnológica*, 16(6), 3-11. [En línea] 2005. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642005000600002>.

ANEXOS:

Anexo 1

- ANALISIS SENSORIAL:

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

ATRIBUTO: OLOR

Nombre: Fecha: .../...../....

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de pasas de bolsa mullaca. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta el olor en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted asigne.

Calificación	Muestra					
	631		926		814	
	n	%	n	%	N	%
Me gusta extremadamente						
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
Me gusta poco						
Ni me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						
Me disgusta extremadamente						
Total						

Comentarios:

.....
.....
.....

¡MUCHAS GRACIAS!

1. Prueba de aceptabilidad de pasas elaboradas a partir de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)- Atributo olor.

- PRUEBA DE FRIEDMAN:

Rangos	
	Rango promedio
Muestra 631	2,32
Muestra 926	1,91
Muestra 814	1,78

Prueba de Friedman

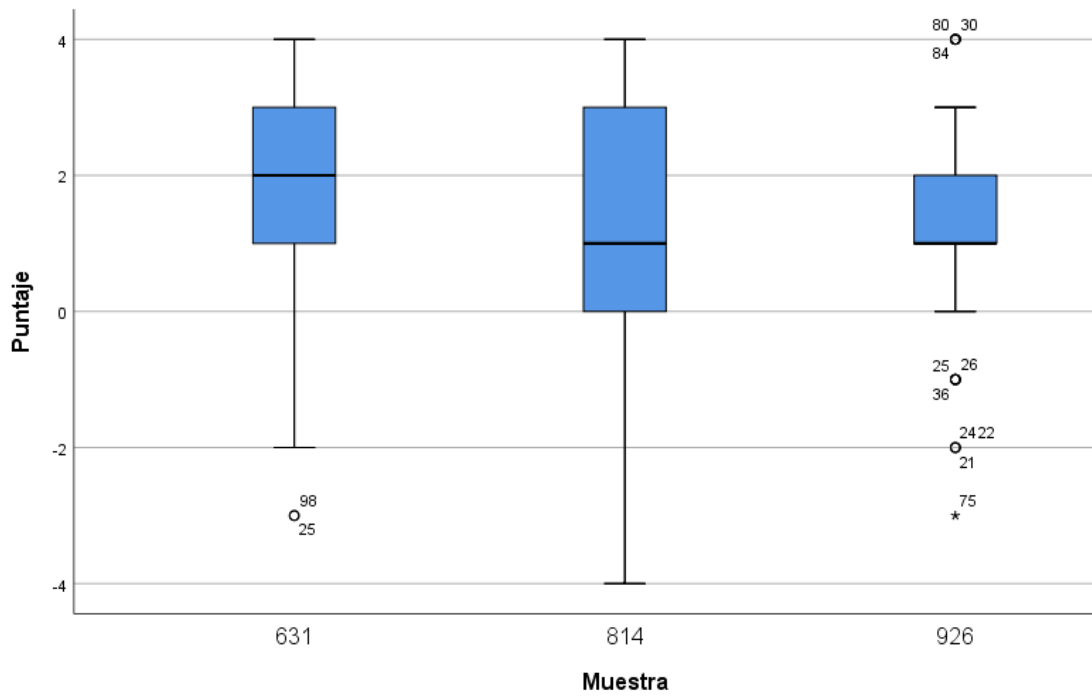
Estadísticos de prueba ^a	
N	100
Chi-cuadrado	20,910
gl	2
Sig. asintótica	,000
a. Prueba de Friedman	

- PRUEBA DE WILCOXON:

Prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba ^a			
	Muestra 926 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 926
Z	-2,938 ^b	-4,249 ^b	-1,106 ^b
Sig. asintótica(bilat eral)	,003	,000	,269
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon			
b. Se basa en rangos positivos.			

Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces – atributo: olor.



PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

ATRIBUTO: SABOR

Nombre: Fecha: .../...../....

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de pasas de bolsa mullaca. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta el sabor en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted asigne.

Nota: Recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra y comer un pedazo de galleta.

Calificación	Muestra					
	631		926		814	
	n	%	n	%	N	%
Me gusta extremadamente						
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
Me gusta poco						
Ni me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						
Me disgusta extremadamente						
Total						

_Comentarios:

.....

.....

.....

¡MUCHAS GRACIAS!

2. Prueba de aceptabilidad de pasas elaboradas a partir de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)- Atributo sabor.

- PRUEBA DE FRIEDMAN

Rangos

	Rango promedio
Muestra 631	2,24
Muestra 926	2,13
Muestra 814	1,64

Prueba de Friedman

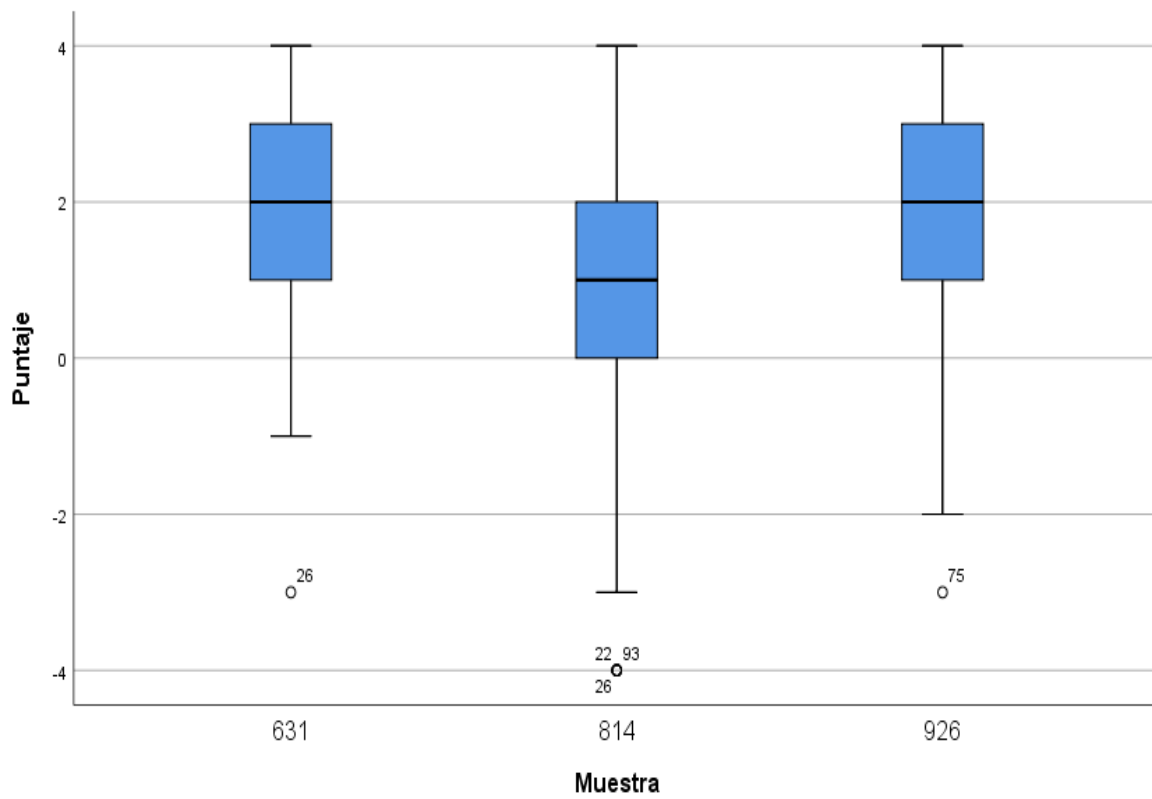
Estadísticos de prueba ^a	
N	100
Chi-cuadrado	22,812
gl	2
Sig. asintótica	,000
a. Prueba de Friedman	

- PRUEBA DE WILCOXON:

Prueba de Wilcoxon.

Estadísticos de prueba ^a			
	Muestra 926 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 926
Z	-1,473 ^b	-4,783 ^b	-3,169 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,141	,000	,002
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon			
b. Se basa en rangos positivos.			

Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces – atributo: sabor.



PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

ATRIBUTO: COLOR

Nombre: Fecha: .../...../....

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de pasas de bolsa mullaca. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta el color en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted asigne.

Nota: Recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra y comer un pedazo de galleta.

Calificación	Muestra					
	631		926		814	
	n	%	n	%	N	%
Me gusta extremadamente						
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
Me gusta poco						
Ni me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						
Me disgusta extremadamente						
Total						

Comentarios:

.....

.....

.....

¡MUCHAS GRACIAS!

3. Prueba de aceptabilidad de pasas elaboradas a partir de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)- Atributo color.

- PRUEBA DE FRIEDMAN:

Rangos

Rango
promedio

Muestra 631	2,23
Muestra 926	1,89
Muestra 814	1,89

Prueba de Friedman.

Estadísticos de prueba ^a

N	100
Chi-cuadrado	10,833
gl	2
Sig. asintótica	,004

a. Prueba de Friedman

- PRUEBA DE WILCOXON:

Estadísticos de prueba ^a			
	Muestra 926 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 926
Z	-3,140 ^b	-3,034 ^b	-,394 ^c
Sig. asintótica(bilateral)	,002	,002	,693
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon			
b. Se basa en rangos positivos.			
c. Se basa en rangos negativos.			

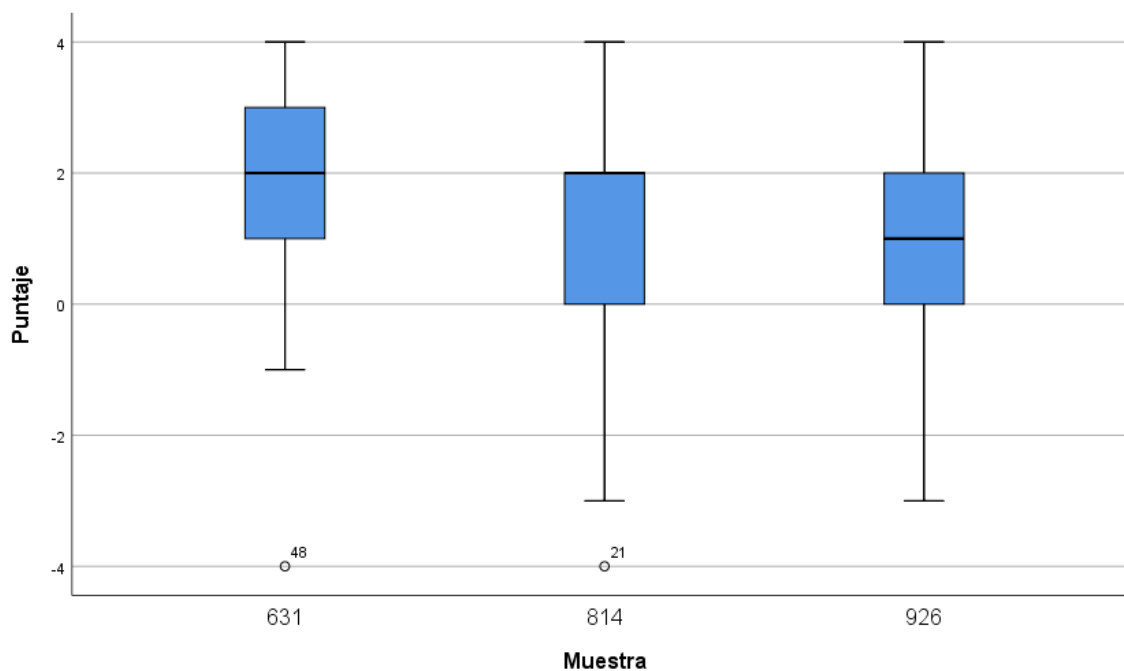


Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces – atributo: color

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

ATRIBUTO: CONSISTENCIA

Nombre: Fecha: .../...../....

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de pasas de bolsa mullaca. Por favor, pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta la consistencia en cada una de las muestras, escribiendo una X en el casillero correspondiente según la calificación que usted asigne.

Nota: Recuerde tomar un poco de agua entre cada muestra y comer un pedazo de galleta.

Calificación	Muestra					
	631		926		814	
	n	%	n	%	N	%
Me gusta extremadamente						
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
Me gusta poco						
Ni me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						
Me disgusta extremadamente						
Total						

Comentarios:

.....

.....

.....

¡MUCHAS GRACIAS!

4. Prueba de aceptabilidad de pasas elaboradas a partir de *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)- Atributo Consistencia

- PRUEBA DE FRIEDMAN:

Rangos

Rango promedio

Muestra 631	2,36
Muestra 926	2,01
Muestra 814	1,64

Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba ^a

N	100
Chi-cuadrado	33,063
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

- PRUEBA DE WILCOXON:

Prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba ^a

	Muestra 926 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 631	Muestra 814 - Muestra 926
Z	-2,027 ^b	-5,024 ^b	-2,508 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,043	,000	,012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

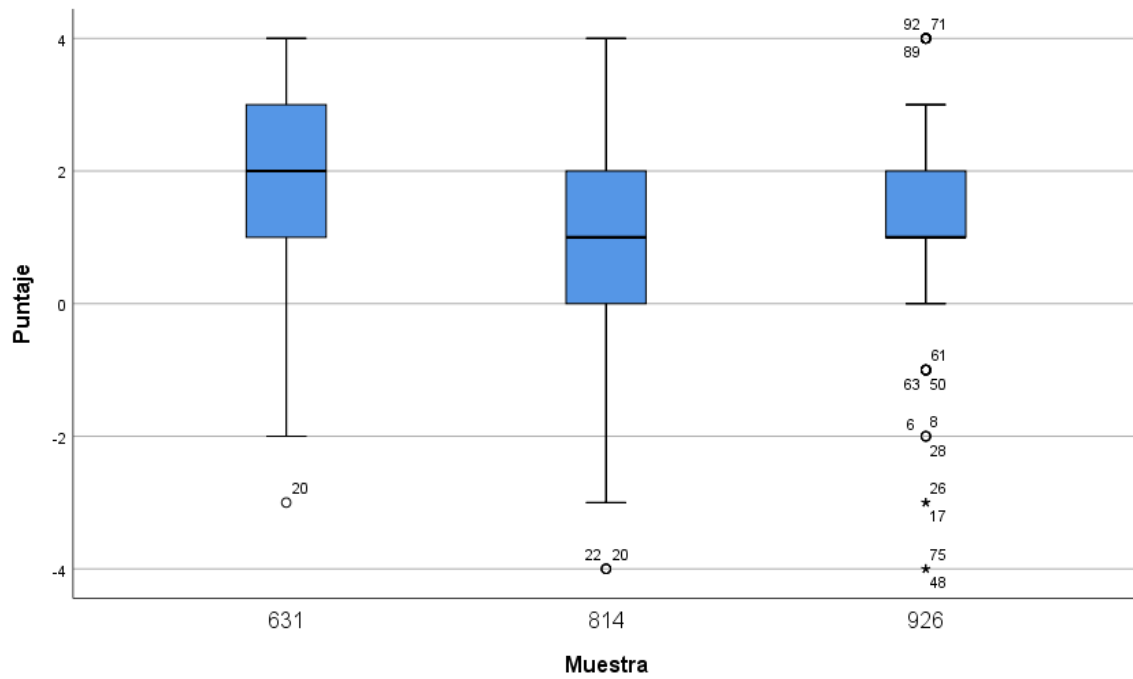


Diagrama de cajas de los puntajes asignados por los jueces – atributo:
consistencia.



Facultad de
Industrias Alimentarias
Planta Piloto
Centro de Prestación de Servicio en Control de
Calidad de Alimentos.
"CEPRESE COCAL"

Laboratorio de Microbiología de Alimentos

INFORME DE ENSAYO N° 001-2022

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	Leidy Diana Arriaran Rodriguez Monica Sheila Rodriguez Bartra
Dirección	-,-
Telefax	-,-

II. DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	1/2022
Fecha de solicitud de servicio	31/01/2022
Servicio solicitado	Análisis Microbiológico

II. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Pasas de mullaca</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	200 gr.
Código de la muestra	-,-
Código	"L"
Lote	-,-
Forma de presentación	Envasado papel laminado
Fecha de producción	-,-
Fecha de vencimiento	-,-

III. RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS
Mohos (UFC/g)	5
Levaduras (UFC/g)	< 10
Bacterias Coliformes Totales (NMP/g)	< 3.0
Escherichia coli (UFC/g)	< 3.0
Salmonella sp.	Ausencia en 25g



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

www.unapiquitos.edu.pe



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

Resultado de Análisis

Tipo de muestra	PASAS DE <i>Physalis Angulata</i>
Solicitante	Bach. Leidy Diana Arriaran Rodriguez Bach. Mónica Sheila Rodríguez Bartra
Estudio	“PASAS A PARTIR DE <i>Physalis angulata</i> (BOLSA MULLACA) SECADO EN BANDEJAS Y CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE”
Fecha de análisis	17 - 01 al 0 - 02 2022

Determinaciones

Calcio, mg/100g	1,35
Magnesio, mg/100g	2,44
Hierro, mg/100 g	N.D
Fósforo, mg/100g	N.D.
Potasio, mg/100g	0.93
Zinc, mg/100g	N.D.
Vitamina C, mg/100g	42.20

Iquitos, 03 de Febrero del 2022.

Ing. Rosa Isabel Souza Nájjar

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos
INFORME DE ENSAYO N° 001-2022

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	Leidy Diana Arriaran Rodriguez Monica Sheila Rodriguez Bartra
Dirección	--
Telefax	--

II DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	01/2022
Fecha de solicitud de servicio	31/01/22
Servicio solicitado	Análisis físico químico

III. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Pasas de mullaca</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	150 gr.
Muestra	Proporcionada por el cliente
Código	"K"
Forma de presentación	Envasado papel laminado
Fecha de producción	--
Fecha de vencimiento	--

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo físico químico	RESULTADOS %
Humedad	14.34
Ceniza	4.37
Grasa	1.43
Proteína	5.92
Carbohidratos	73.94
Fibra Total	16.77
Acidez Titulable (Ácido cítrico)	2.24
Ph	5.20



ANEXO 3

NOMENCLATURA

Q	:	Transmisión de calor.
U	:	Coeficiente global de transmisión de calor.
A	:	Área a través del cual tiene la transmisión de calor (m^2).
Th	:	Temperatura del medio de calefacción ($^{\circ}C$).
Ts	:	Temperatura del producto alimenticio que se esta secando ($^{\circ}C$).
Ls	:	Peso de sólido seco (Kg. H ₂ O/kg.ss
A	:	Área de la superficie expuesta (m^2).
T	:	Tiempo.(h)
v _H	:	Volumen húmedo (m^3 / kg. aire seco)
ρ _{gas}	:	Densidad del aire (kg./m ³)
G	:	Velocidad másica (kg./m ² s)
(de)cal:	:	Diámetro equivalente calculado (m)
N° Re	:	Número de Reynolds
h _c	:	Coeficiente de transferencia de calor por convección ($w/m^2 k$)
q _c	:	Calor por convección (w/m^2)
h _R	:	Coeficiente de transferencia de calor por radiación ($w/m^2 k$)
q _R	:	Calor por radiación (w/m^2)
U _k	:	Coeficiente global de transferencia de calor
q _T	:	Calor total que llega a la superficie del sólido

CALCULO DE PARAMETROS Y PROPIEDADES

- Datos:

Producto : *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)
Temperatura : 55 °C
Velocidad de viento : 5.0 m/s
Área del sólido (A_m) : 2.39E-03 m²
Espesor del sólido : 1 x 10⁻² m
Superficie que no se está secando (A_u): 8 x 10⁻⁴ m²
Espesor de la bandeja (Z_m) : 1 x 10⁻³ m
Profundidad de la bandeja (Z_s) : 0.02 m
Conductividad térmica de la bandeja (aluminio) (K_m) : 220 w/m °C
Conductividad térmica del sólido (K_s): 0.45 w/m °C
Emisividad del sólido (ϵ) : 0.94
Viscosidad del aire T°: 55 °C (μ) : 1.9855 x 10⁻⁵ kg. /m.s

1) Volumen húmedo (VH):

$$V_H = [0.00283 + (0.00456)(0.0129)](55 + 273)$$

$$V_H = 0.94753427 \text{ m}^3/\text{kg aire seco}$$

2) Densidad del Gas (ρ_{gas}):

$$\rho_{gas} = \frac{1.0 + 0.0129}{0.9330}$$

$$\rho_{gas} = 1.06898508 \text{ kg/m}^3$$

3) Velocidad másica (G):

$$G = V_{aire} \times \rho_{gas}$$

$$G = 5.0 \text{ m/s} \times 1.0689 \text{ kg/m}^3$$

$$G = 5.3449254 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

4) Diámetro equivalente calculado (d_e):

$$d_e = 4 (\text{sección transversal para el flujo}) / \text{perímetro}$$

$$d_e = 4 (0.02) \cdot (0.22) / 2 (0.02 + 0.22)$$

$$d_e = 0.03666667 \text{ m}$$

5) N° de Reynolds (Re):

$$Re = (de) \cdot G / \mu \quad \mu = 1.9855 \cdot 10^{-5}$$

$$Re = 9870.59169 \quad \mu = 0.000019855$$

6) Coeficiente de transferencia de calor por convección (hc):

$$hc = \frac{5.90 (G)^{0.71}}{0.29}$$

$$hc = 50.5885075 \text{ w/m}^2\text{k}$$

7) Calor por convección (qc):

$$qc = hc (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$qc = 50.588508 (328 - 311)$$

$$qc = 860.004628 \text{ w/m}^2$$

8) Coeficiente de transferencia de calor por radiación (hR):

$$h_r = \frac{\varepsilon (5.73 \times 10^{-8}) (T_R^4 - T_S^4)}{(T_R - T_S)} \quad \varepsilon = 0.94$$

$$h_r = 7.03173231 \text{ w/m}^2\text{k}$$

9) Calor por radiación (qR):

$$qR = hR (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$qR = 119.539449 \text{ w/m}^2$$

10) Coeficiente global de transferencia de calor (uk):

$$\frac{1}{U_k} = \frac{A_m}{hc (A_u)} + \frac{Z_m}{K_m} \frac{A_m}{(A_u)} + \frac{Z_s}{K_s} \frac{A_m}{A_m}$$

$$\frac{1}{U_k} = \frac{2.39 \cdot 10^{-3}}{50.5885 \cdot 8 \cdot 10^{-4}} + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{220} * \frac{1 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-4}} + \frac{0.02}{0.45} * \frac{1 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-4}}$$

$$\frac{1}{U_k} = 0.059075 + 5.6818 \cdot 10^{-7} + 0.04444$$

$$\frac{1}{U_k} = 0.10352 \quad U_k = 9.6599$$

11) Calor por conducción (qk):

$$qk = U_k (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$qk = 9.6599 * (328 - 311)$$

$$qk = 164.219449 \text{ w/m}^2$$

12) Calor total que llega a la superficie del sólido dentro del horno (qT):

$$qT = q_c + q_R + q_K$$

$$qT = 860.0 + 119.53 + 164.2194$$

$$qT = 1143.76353 \text{ w/m}^2\text{k}$$

- **Datos:**

Producto : *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)

Temperatura : 60 °C

Velocidad de viento : 5.0 m/s

Área del sólido (Am) : 2.39E-03 m²

Espesor del sólido : 1 x 10⁻² m

Superficie que no se está secando (Au): 8 x 10⁻⁴ m²

Espesor de la bandeja (Zm): 1 x 10⁻³ m

Profundidad de la bandeja (Z s): 0.02 m

Conductividad térmica de la bandeja (aluminio) (Km): 220 w/m °C
Conductividad térmica del sólido (Ks) : 0.48 w/m °C

Emisividad del sólido (ε) : 0.94

Viscosidad del aire T°: 60 °C (μ): 2.008 x 10⁻⁵ kg/m.s

1) Volumen húmedo (VH):

$$V_H = [0.00283 + (0.00456)(0.0129)](60 + 273)$$

$$V_H = 0.96197839 \text{ m}^3/\text{kg aire seco}$$

2) Densidad del Gas (ρgas):

$$\rho_{gas} = \frac{1.0 + 0.0129}{0.961978}$$

$$\rho_{gas} = 1.05293425 \text{ kg/m}^3$$

3) Velocidad másica (G):

$$G = V_{aire} \times \rho_{gas}$$

$$G = 5.0 \text{ m/s} \times 1.0855 \text{ kg/m}^3$$

$$G = 5.26467127 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

4) Diámetro equivalente calculado (de):

$$de = 4 \text{ (sección transversal para el flujo) / perímetro}$$

$$de = 4 (0.02) \cdot (0.22) / 2 (0.02 + 0.22)$$

$$de = 0.03666667 \text{ m}$$

5) N° de Reynolds (Re):

$$Re = (de) \cdot G / \mu \quad \mu = 2.008 \cdot 10^{-5}$$

$$Re = 9613.44355 \quad \mu = 0.00002008$$

6) Coeficiente de transferencia de calor por convección (hc):

$$hc = \frac{5.90 (G)^{0.71}}{0.29}$$

$$hc = 50.0480188 \text{ w/m}^2$$

7) Calor por convección (qc):

$$qc = hc (T_{gas} - T_s)$$

$$qc = 50.0480 (333 - 311)$$

$$qc = 1101.05641 \text{ w/m}^2$$

8) Coeficiente de transferencia de calor por radiación (hr):

$$h_r = \frac{\epsilon (5.73 \times 10^{-8}) (T_R^4 - T_S^4)}{(T_R - T_S)} \quad \epsilon = 0.94$$

$$hr = 7.20139464 \text{ w/m}^2\text{k}$$

9) Calor por radiación (qR):

$$qR = hR (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$qR = 158.430682 \text{ w/m}^2$$

10) Coeficiente global de transferencia de calor (uk):

$$\frac{1}{U_k} = \frac{A_m}{hc (Au)} + \frac{Z_m}{K_m} \frac{A_m}{(Au)} + \frac{Z_s}{K_s} \frac{A_m}{A_m}$$

$$\frac{1}{U_k} = \frac{2.39 \cdot 10^{-3}}{50.0480 \cdot 8 \cdot 10^{-4}} + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{220} * \frac{1 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-4}} + \frac{0.02}{0.48} * \frac{1 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-4}}$$

$$\frac{1}{U_k} = 0.0597676 + 5.6818 \cdot 10^{-7} + 0.0416666$$

$$\frac{1}{U_k} = 0.101434 \quad U_k = 9.858546$$

11) Calor por conducción (qk):

$$qk = U_k (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$qk = 9.859546 * (333 - 311)$$

$$qk = 216.888014 \text{ w/m}^2$$

12) Calor total que llega a la superficie del sólido dentro del horno (qT):

$$qT = q_c + qR + qK$$

$$qT = 1101.01 + 158.43 + 216.888014$$

$$qT = 1476.37511 \text{ w/m}^2$$

- **Datos:**

Producto : *Physalis angulata* (Bolsa mullaca)

Temperatura : 65 °C

Velocidad de viento : 5.0 m/s

Área del sólido (Am) : 2.39E-03 m²

Espesor del sólido : 1 x 10⁻² m

Superficie que no se está secando (Au): 8 x 10⁻⁴ m²

Espesor de la bandeja (Zm): 1 x 10⁻³ m

Profundidad de la bandeja (Z s): 0.02 m

Conductividad térmica de la bandeja (aluminio) (Km): 220 w/m °C

Conductividad térmica del sólido (Ks) : 0.53 w/m °C

Emis

ividad del sólido (ε) : 0.94

Viscosidad del aire T°: 65 °C (μ): 2.008 x 10⁻⁵ kg/m.s

1) Volumen Húmedo (VH)

$$V_H = [0.00283 + (0.00456)(0.0129)](65 + 273)$$

$$VH = 0.97642251 \text{ m}^3/\text{kg aire seco}$$

2) Densidad del gas (ρgas)

$$\rho_{gas} = \frac{1.0 + 0.0129}{0.976422}$$

$$\rho_{gas} = 1.0373583 \text{ kg/m}^3$$

3) Velocidad másica (G)

$$G = V \text{ aire} * \rho_{gas}$$

$$V \text{ aire: } 5 \text{ m}$$

$$G = 5.0 \text{ m/s} * 1.0373583 \text{ kg/m}^3$$

$$G = 5.18679151 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

4) Diámetro equivalente calculado (de)

$$de = 4 (\text{sección transversal para el flujo}) / \text{perímetro}$$

$$de = 4 (0.02) * (0.22) / 2 (0.02 + 0.22)$$

$$de = 0.03666667 \text{ m}$$

5) N° Reynolds (Re)

$$Re = (de) * G / \mu$$

$$Re = 9368.58894$$

6) Coef. de transferencia de calor por convección (hc)

$$hc = \frac{5.90 (G)^{0.71}}{0.29}$$

$$hc = 49.5212318 \text{ w/m}^2$$

7) Calor por convección (qc)

$$qc = hc (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$qc = 49.5212318 (338 - 311)$$

$$qc = 1337.07326 \text{ w / m}^2\text{k}$$

8) Coef. de transferencia de calor por radiación (h_R)

$$h_r = \frac{\epsilon (5.73 \times 10^{-8}) (T_R^4 - T_S^4)}{(T_R - T_S)}$$

$$(h_R) = 7.37458494$$

9) Calor por radiación (q_R)

$$q_R = h_R (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$q_R = 199.113793 \text{ w/m}^2$$

10) Coef. Global de transferencia de calor (U_k)

$$\frac{1}{U_k} = \frac{A_m}{h_c (A_u)} + \frac{Z_m}{K_m} \frac{A_m}{(A_u)} + \frac{Z_s}{K_s} \frac{A_m}{A_m}$$

$$\frac{1}{U_k} = \frac{2.39 * 10^{-3}}{49.5212318} + \frac{1 * 10^{-3}}{220} * \frac{1 * 10^{-4}}{8 * 10^{-4}} + \frac{0.02}{0.53} * \frac{1 * 10^{-4}}{1 * 10^{-4}}$$

$$\frac{1}{U_k} = 0.06040338 + 5.6818 * 10^{-7} + 0.03773585$$

$$\frac{1}{U_k} = 0.0981398 \quad U_k = 10.1895458$$

11) Calor por conducción (q_k)

$$q_k = U_k (T_{\text{gas}} - T_s)$$

$$q_k = 10.1895458 * (338 - 311)$$

$$q_k = 275.117736 \text{ w/m}^2$$

12) Calor total que llega a la superficie del solido dentro del horno (q_T)

$$q_T = q_c + q_R + q_k$$

$$q_T = 1337.073261 + 199.113793 + 275.117736$$

$$q_T = 1811.30479 \text{ w/m}^2$$

**CONSUMO DE ENERGÍA
DEL HORNO SECADOR DE BANDEJAS**

Tiene un motor de 1 Hp

1Hp = 746 W

Energía (KWH) = Potencia (KW) x Tiempo (H)

Resistencias eléctricas para calentar el horno = 5Hp

T 55°C

7Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
4.985	6	29.91	0.7573	22.650843
4.985	12	59.82	0.7573	45.301686

Considerando 6 días a la semana, con turno de 12h/día

Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
4.985	72	358.92	0.7573	271.81012

Considerando 24 días por mes, con turno de 12h/día

Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
4.985	288	1435.68	0.7573	1087.2405

T 60°C

Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
8.016	6	48.096	0.7573	36.4231
8.016	12	96.192	0.7573	72.8462

Considerando 6 días a la semana, con turno de 12h/día

Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
8.016	72	577.152	0.7573	437.0772

Considerando 24 días por mes, con turno de 12h/día

Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
8.016	288	2308.608	0.7573	1748.309

T 65°C

Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
8.616	6	51.696	0.7573	39.14938
8.616	12	103.392	0.7573	78.29876

Considerando 6 días a la semana, con turno de 12h/día

Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
8.616	72	620.352	0.7573	469.7926

Considerando 24 días por mes, con turno de 12h/día

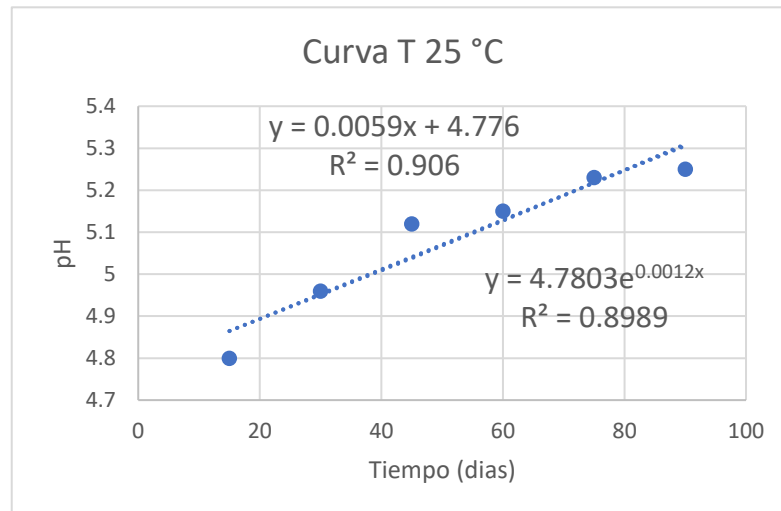
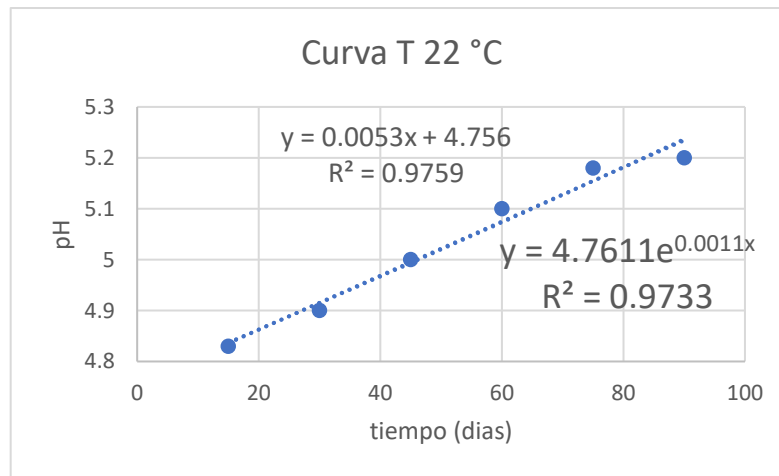
Kw	horas	Kw.h	Kw.h (S/.)	Costo total (S/.)
8.616	288	2481.408	0.7573	1879.17

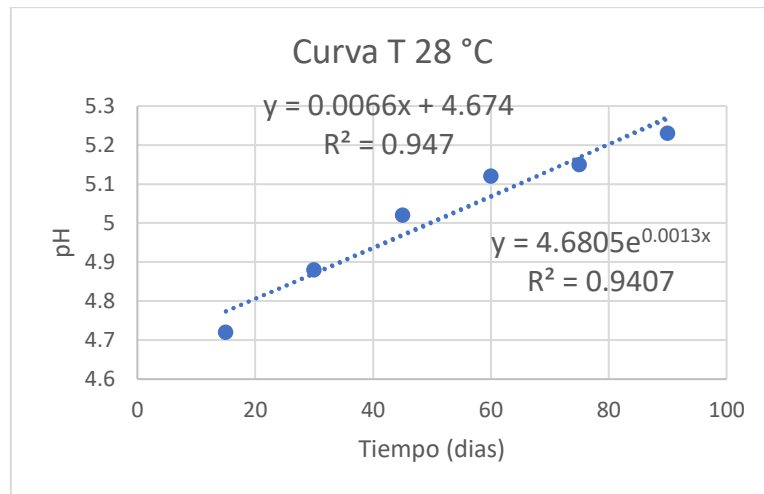
ANEXO 4

Datos experimentales del contenido de pH

Tiempo (días)	T 22 °C	T 25 °C	T 28 °C
	pH	pH	pH
15	4.83	4.8	4.72
30	4.9	4.96	4.88
45	5	5.12	5.02
60	5.1	5.15	5.12
75	5.18	5.23	5.15
90	5.2	5.25	5.23

Generación de cuadros para calcular el tiempo de vida útil





Cálculo de las constantes para la ecuación de Arrhenius

T °C	K (1/min)	1/T	LOG (K)	Ki	Ai
22	0.0053	0.00338983	-2.27572413	0.005363	4.73533333
25	0.0059	0.0033557	-2.22914799	0.005913	4.73533333
28	0.0066	0.00332226	-2.18045606	0.0061900	4.73533333

Ecuación de Arrhenius modificada

$$Ci = Ai + B.t$$

Tiempo de vida pronosticado en función del pH

Tiempo (días)	Temperatura (°C)				
	10	22	25	28	40
15	4.77	4.82	4.82	4.83	4.87
60	4.88	5.06	5.09	5.11	5.27
90	4.95	5.22	5.27	5.29	5.53
110	5	5.33	5.39	5.42	
115	5.02	5.35	5.42	5.45	
125	5.04	5.41	5.47	5.51	
130	5.05	5.43	5.5		
145	5.09	5.51			
175	5.16				
250	5.34				
315	5.5				



Realización de las isotermas de absorción

Las muestras de bolsa mullaca se colocaron en el interior de una campana de desecación con agua como agente humectante.

Se colocaron en una placa Petri 10g de fruta deshidratada y se pesaron periódicamente hasta peso constante.

Temperatura 25 °C

tiempo (h)	humedad (g)
0	1.38
1	2.006
5	3.329
10	4.963
21	6.971
31	9.884
46	13.907
66	18.034
86	22.827
120	28.473
144	34.73
168	40.26
192	45.164
216	49.281
240	54.192
264	58.71
288	62.943
312	67.891
336	71.676

FORMULA GAB

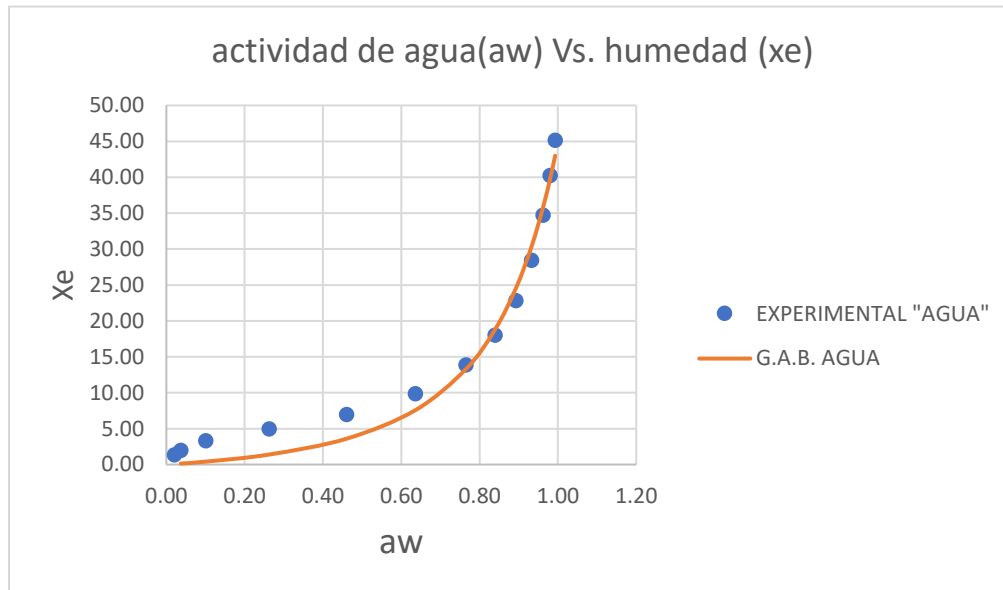
$$\frac{X}{X_m} = \frac{C.K.a_w}{(1 - K.a_w)(1 - k.a_w + C.K.a_w)}$$

Determinación de las constantes de G.A.B

K	=	0.91201264
C	=	23.7287969
Xm	=	4.27969493

Uniendo los valores experimentales y teóricos

EXPERIMENTAL		TEORICO G.A.B	
aw	Xe	aw	Xe
0.02	1.38	0.02	0.08
0.04	2.01	0.04	0.14
0.10	3.33	0.10	0.41
0.26	4.96	0.26	1.40
0.46	6.97	0.46	3.60
0.64	9.88	0.64	7.56
0.77	13.91	0.77	13.28
0.84	18.03	0.84	18.81
0.89	22.83	0.89	24.55
0.93	28.47	0.93	30.38
0.96	34.73	0.96	35.81
0.98	40.26	0.98	39.87
0.99	45.16	0.99	43.00



Las muestras de bolsa mullaca se colocaron en el interior de una campana de desecación con Yoduro de Potasio como agente humectante.

Se colocaron en una placa Petri 10g de fruta deshidratada y se pesaron periódicamente hasta peso constante.

Temperatura 25 °C

Tiempo (h)	Humedad (g)
0	0.254
1	0.729
5	1.103
10	1.548
21	2.052
31	2.693
46	3.318
66	4.101
86	4.764
120	5.674
144	6.48
168	7.085
192	7.478
216	7.7890
240	8.1690
264	8.3460
288	8.6260
312	8.8630
336	9.0060
384.00	9.131
432.00	9.469

FORMULA GAB

$$\frac{X}{X_m} = \frac{C.K.a_w}{(1 - K.a_w)(1 - k.a_w + C.K.a_w)}$$

Determinación de las constantes de G.A.B

K	=	0.91199882
C	=	23.729132
Xm	=	4.27987899

EXPERIMENTAL		TEORICO G.A.B	
aw	Xe	aw	Xe GAB
0.00	0.25	0.00	0.25
0.01	0.73	0.01	0.73
0.02	1.10	0.02	1.10
0.02	1.55	0.02	1.55
0.04	2.05	0.04	2.05
0.06	2.69	0.06	2.69
0.10	3.32	0.10	3.32
0.17	4.10	0.17	4.10
0.24	4.76	0.24	4.76
0.34	5.67	0.34	5.67
0.42	6.48	0.42	6.48
0.47	7.09	0.47	7.09
0.50	7.48	0.50	7.48
0.52	7.79	0.52	7.79
0.55	8.17	0.55	8.17
0.56	8.35	0.56	8.35
0.57	8.63	0.57	8.63
0.59	8.86	0.59	8.86
0.59	9.01	0.59	9.01
0.60	9.13	0.60	9.13
0.62	9.47	0.62	9.47

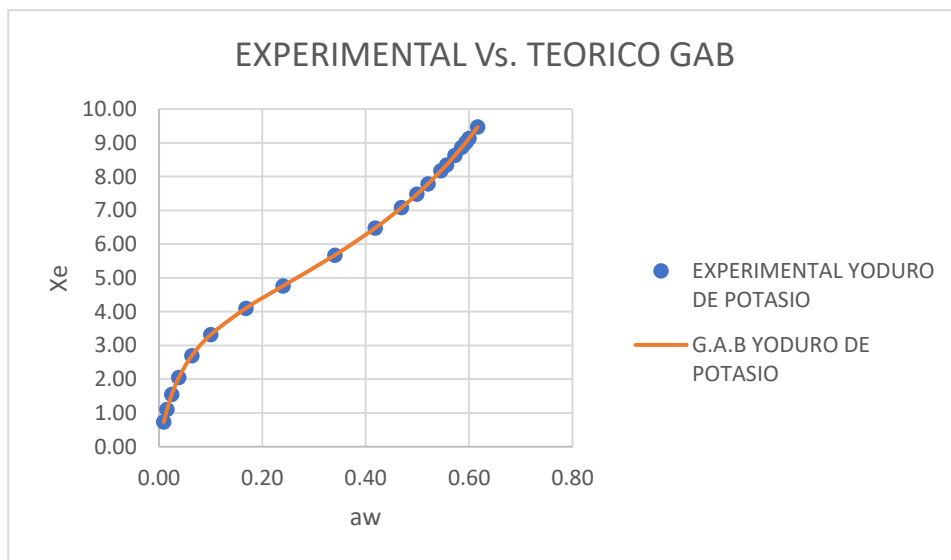
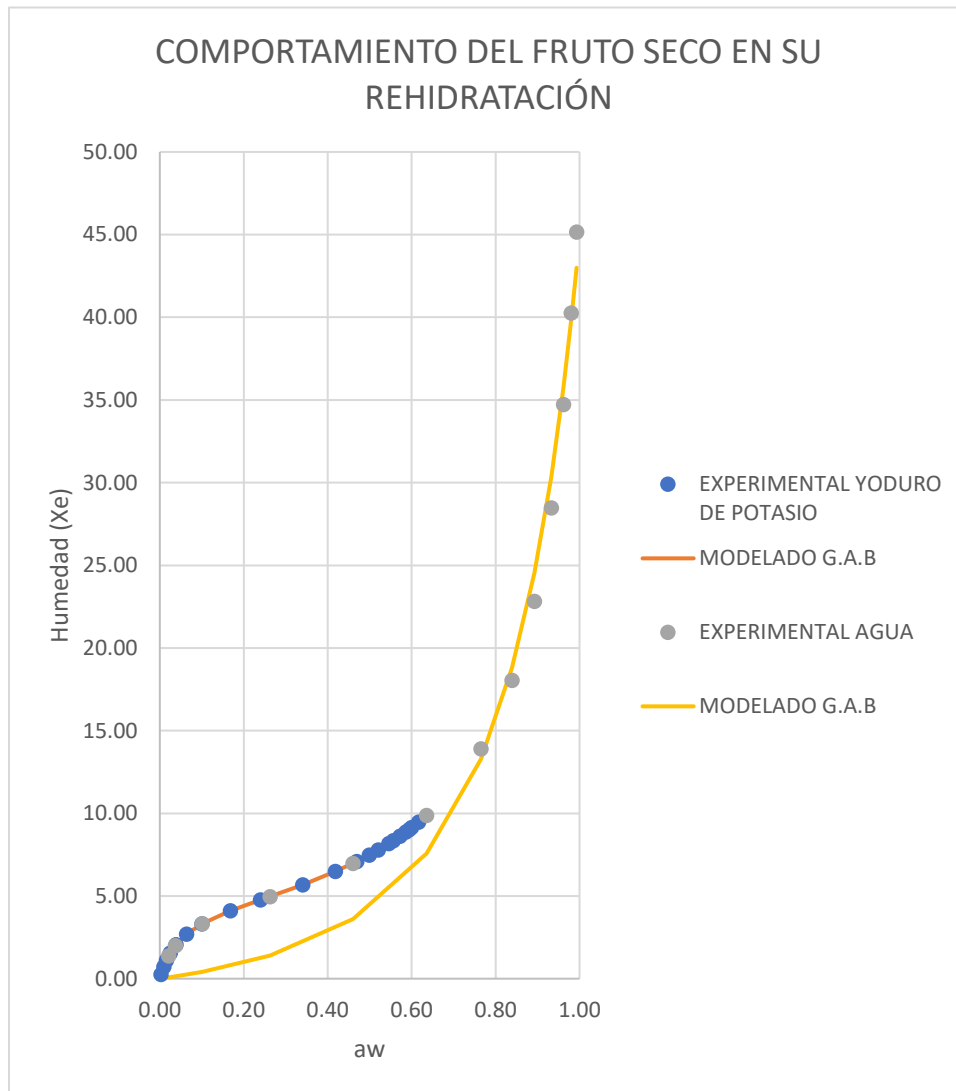


Figura comparativa del efecto del agente humectante sobre el fruto seco Bolsa mullaca



La figura nos muestra que el modelo matemático de GAB representa muy bien el comportamiento del fruto seco en su proceso de rehidratación.

El agua como agente humectante permite su absorción más rápidamente por el fruto seco llegando a tener una actividad de agua (aw) igual a 1, mientras que el Yodura de potasio tiene un comportamiento más lento en su proceso de absorción por la fruta seca pero la ecuación de GAB lo representa muy apropiadamente.

ANEXO 5

Frutos de bolsa mullaca



Pelado manual de la bolsa mullaca



Separación de la fruta por tamaños



Deshidratación en bandejas



Pasas de bolsa mullaca

